G. CLONDESCU

Exploatarea și repararea acumulatoarelor electrice

EDITURA TEHNICĂ

G. CLONDESCU

Exploatarea și repararea acumulatoarelor electrice

EDITURA TEHNICĂ
București – 1960

În lucrare sînt descrise principalele probleme care apar în exploatarea și repararea acumulatoarelor, referitoare la tipurile cele mai uzuale de acumulatoare.

Se dau indicațiile de bază pentru efectuarea unei exploatări corecte, științifice a acumulatoarelor, pentru efectuarea unor reparații de bună calitate și durabile cu mijloace proprii. Sînt descrise de asemenea dispozitivele, utilajele și aparatele necesare executării reparațiilor, verificării modului de funcționare și stării acumulatoarelor.

Se adresează tuturor muncitorilor calificați care în activitatea lor vin în contact cu acumulatoarele electrice.

Redactor responsabil de carte : Ing. C. Vlădescu
Tehnoredactor : B. Negreanu

Dat la cules : 01.08.60. Bun de tipar : 24.09.60. Hîrtie semivelină de 65 g/m², 61×86/16. Coli editoriale 12. Coli de tipar 14,50. Comanda RT 4933 A 04808.
Indicele de clasificare pentru bibliotecile mari 621.355.004.
Indicele de clasificare pentru bibliotecile mici 621.3.

Tiparul executat sub comanda nr. 4730 la Întreprinderea Poligrafică Timișoara, str. Popa Șapcă nr. 8. — R.P.R.

E. 22 643.

PREFAȚĂ

Acumulatoarele își găsesc o largă utilizare în toate domeniile activității practice. Deși ele sînt aparate relativ simple și nu prezintă în exploatare dificultăți deosebite, necesită totuși o îngrijire permanentă și pricepută.

Datorită ritmului impetuos de industrializare a țării, numărul instalațiilor electrice care cuprind baterii de acumulatoare crește neîncetat. Centralele electrice, transportul feroviar și transportul în general, spitalele, sălile de spectacole, necesită tot mai multe acumulatoare pentru efectuarea comenzilor, a semnalizării, a controlului, a iluminatului de siguranță etc.

Din această cauză, exploatarea rațională a acumulatoarelor, ținînd seama de numărul lor foarte mare, are o deosebită însemnătate pentru economia națională.

Calitatea acumulatoarelor, reflectată de performanțele și durata de utilizare a acestora, este determinată de materiile prime folosite și tehnologia de fabricare, dar numai o exploatare corectă și atentă asigură, din punct de vedere tehnic și economic, realizarea practică a acestei calități.

Se recomandă ca în exploatarea acumulatoarelor, să fie luate măsurile menite să elimine practicarea unor obiceiuri dăunătoare, cum sînt: constatarea stării de încărcare a acumulatorului după scînteia obținută prin scurtcircuitarea bornelor, completarea fără motiv a electrolitului cu acid sulfuric în loc de apă distilată, indiferența pentru temperatura de funcționare, necunoașterea sau neglijarea semnelor de oboseală, lipsa reviziilor periodice sau lipsa de interes față de concluziile trase în urma acestor revizii.

Instruirea personalului, folosirea instrumentelor de măsurat, organizarea reviziilor și a reparațiilor, întocmirea de instruc-

ţiuni, vor permite o exploatare tehnică şi economică, astfel încît acumulatorul să funcţioneze neîntrerupt, în bune condiţii şi pe o durată cît mai lungă.

Lucrarea de faţă nu este o culegere de reguli şi formule, ci un îndreptar pentru înţelegerea şi evitarea dificultăţilor care survin în exploatare şi care au adesea repercusiuni mari din pricina unor neglijenţe mici.

In procedeele de reparare sînt descrise şi operaţii provizorii, nerecomandabile, cu scopul de a se atrage atenţia asupra pericolului pe care acestea le prezintă.

Lucrarea are scopul de a sprijini acţiunea de ridicare continuă a nivelului tehnico-profesional al personalului ce exploatează instalaţii de acumulatoare, pentru creşterea eficienţei economice a exploatării instalaţiilor de acumulatoare electrice.

AUTORUL.

INTRODUCERE

Curentul electric trece prin unele corpuri bune conducătoare de electricitate, cum sînt metalele, cărbunele etc., fără a produce vreo schimbare în compoziția chimică a acestora.

Acizii, bazele, sărurile metalice în diverse soluții conduc curentul electric, dar trecerea curentului este legată de un transport de materie în soluție, care poate fi însoțit și de transformări chimice ale substanțelor. Aceste soluții sînt denumite *electroliți.*

Electroliții capătă proprietatea de a conduce curentul electric datorită disocierii moleculelor substanțelor dizolvate în particule încărcate cu electricitate, numite *ioni,* și anume: în ioni cu sarcini pozitive, numiți *cationi* și în ioni cu sarcini negative, numiți *anioni.*

La dizolvarea unor substanțe în anumiți solvenți se produce disociația moleculelor în particule încărcate cu sarcini opuse, numită *disociație electrolitică.* Această disociație este anterioară oricărei acțiuni a curentului, fiind o consecință a dizolvării electrolitului.

Dacă într-un vas conținînd un electrolit (de exemplu o soluție de acid sulfuric în apă), se introduc două lamele metalice care se leagă la bornele unei surse de curent continuu (fig. 1), ionii electrolitului aflați pînă atunci în mișcare liberă în soluție se deplasează sub acțiunea cîmpului electric către cele două lamele metalice, denumite *electrozi*: deplasarea ionilor are loc astfel: cationii se îndreaptă către electrodul legat la polul negativ al sursei, denumit *catod,* iar anionii sînt dirijați către electrodul legat la polul pozitiv al sursei, denumit *anod.* Vasul conținînd electrolitul se numește *baie de electroliză.*

De exemplu, moleculele acidului sulfuric dizolvat în apă se disociază în cationi de hidrogen*) H^+ şi în anioni de sulfat SO_4^{--}.

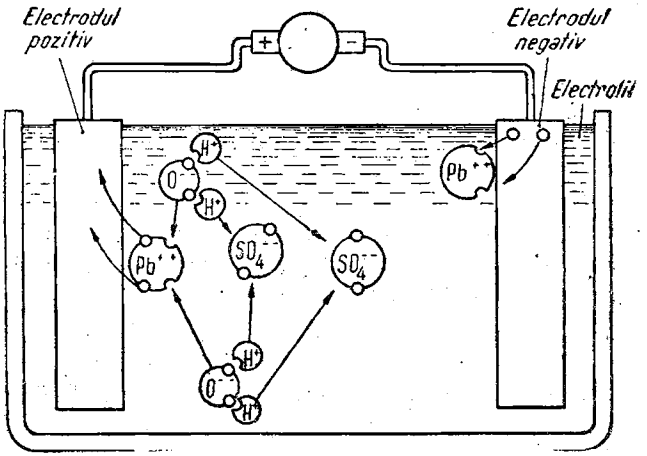


Fig. 1. Procesul de încărcare a unui element galvanic secundar.

Ecuţia chimică a acestei disocieri este

$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+ + SO_4^{--}$$

moleculă neutră de acid sulfuric ⇄ cationi de hidrogen + anioni de sulfat

În cazul în care electrolitul nu atacă electrozii (de exemplu electrozii de platină), curentul electric descompune numai electrolitul: în exemplul ales, cationii H^+ se depun la catod, iar anionii SO_4^{--}, în drum spre anod, reacţionează cu apa din electrolit, se unesc cu ionii H^+ ai acesteia, refăcînd moleculele de acid sulfuric şi degajînd totodată oxigenul din apă la anod. În această situaţie, se realizează descompunerea apei din electrolit, numită *electroliză*. Electroliza este unul din fenomenele principale care au loc în acumulatoarele electrice.

*) Ionii se notează prin simbolul chimic al elementului sau compusului chimic, prevăzut în partea dreaptă, sus, cu semnele (+) sau (—) după felul sarcinii ionului; prezenţa a două semne (+) sau (—) indică sarcină dublă. Numărul de sarcini al unui ion este egal cu valenţa elementului sau compusului chimic.

Dacă însă electrozii sînt atacaţi de electrolit, aşa cum se va arăta la analiza funcţionării acumulatoarelor, transformările chimice ale acestora însoţesc transformările electrolitului.

Transformările efectuate de electroliză nu depind nici de dimensiunile şi nici de forma electrozilor, ci numai de cantitatea de electricitate care trece prin baia de electroliză, adică de valoarea curentului şi de durata trecerii lui. Cantitatea de electricitate depinde şi de conductivitatea electrică a electrolitului şi se măsoară în amperi-ore [Ah].

In baia de electroliză se constată apariţia unui potenţial de contact sau *potenţial de electrod.* La suprafaţa de contact a electrozilor cu electrolitul, se produce o grupare de sarcini electrice de semne contrarii, care determină apariţia unei diferenţe între potenţialul electric al electrodului şi cel al electrolitului, denumită potenţial de electrod. *Potenţialul de electrod* este o mărime caracteristică pentru electrodul respectiv, depinzînd de natura electrodului cum şi de natura şi de concentraţia electrolitului. Potenţialele de electrod a doi electrozi identici, în aceeaşi soluţie, au în general aceeaşi valoare; în cazul a doi electrozi din metale diferite, de exemplu zinc şi cupru potenţialele de electrod au valori diferite.

Diferenţa de potenţial electric dintre cei doi electrozi nelegaţi printr-un circuit exterior depinde de valorile potenţialelor de electrod; această diferenţă de potenţial se numeşte *forţă electromotoare,* se notează cu E şi se consideră egală cu diferenţa dintre potenţialul de electrod al electrodului pozitiv (notat cu e_+) şi potenţialul de electrod al electrodului negativ (notat cu e_-), deci

$$E = e_+ - e_- .$$

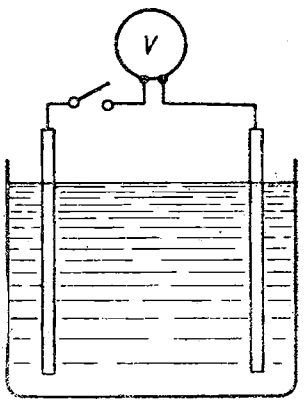


Fig. 2. Determinarea forţei electromotoare a unui element galvanic.

Practic, forţa electromotoare (prescurtat f.e.m.) se determină cu ajutorul unui voltmetru de precizie (V), cu o rezistenţă interioară de cel puţin 500 Ω/V, astfel ca intensitatea curentului care trece prin circuit să fie foarte mică şi deci pierderile interioare să poată fi neglijate (fig. 2). În felul acesta,

pe scara voltmetrului se poate citi direct în volți valoarea aproximativă a f.e.m.

In tabela 1 se indică potențialele de electrod ale cîtorva metale, în cazul în care electrolitul are o anumită *concentrație*, numită *concentrație normală*.

Tabela 1

Potențialul de electrod al metalelor

Electrodul	Potențialul normal de electrod, în V
Potasiu	−3,20
Calciu	−2,56
Magneziu	−1,49
Aluminiu	−1,28
Zinc	−0,77
Cadmiu	−0,42
Nichel	−0,23
Plumb	−0,14
Hidrogen	0,0
Cupru	+0,34
Mercur	+0,75
Argint	+0,77
Aur	+1,08

Potențialul de electrod al cuprului fiind egal cu +0,34 V iar cel al zincului cu —0,77 V, valoarea forței electromotoare E care apare între acești electrozi introduși în electrolitul cu concentrație normală, este

$$E = +0{,}34 - (-0{,}77) = 1{,}11 \text{ V}.$$

Dacă electrozii între care există o diferență de potențial sînt legați în exteriorul băii electrolitice printr-un conductor, forța electromotoare E va genera un curent electric care va trece prin acest conductor.

S-a admis în mod convențional că sensul curentului electric în conductorul care unește în exterior cei doi electrozi ai acumulatorului este de la electrodul pozitiv spre cel negativ. În baia de electroliză sensul curentului este în acest caz invers, adică de la electrodul negativ spre cel pozitiv.

Pila electrică (elementul galvanic) este o baie de electroliză în care energia chimică este transformată în energie electrică. Aceasta este cea mai simplă sursă de curent electric. Cantitatea de electricitate pe care o poate debita pila este corespunzătoare cantității de substanțe prezente în baia de electroliză și capabile de transformări chimice.

Funcționarea unei pile este îngreuiată de produsele reacțiilor chimice care, la trecerea curentului, se depun pe electrozi și îi separă de electrolit, micșorîndu-le continuu potențialul de electrod. Acest fenomen dăunător care conduce la micșorarea forței electromotoare este denumit *polarizare*. Pentru eliminarea pola-

rizării se folosesc compuşi chimici, *depolarizanţi,* care reacţionează cu aceste produse, îndepărtîndu-le parţial de pe electrozi.

O astfel de pilă folosită în mod obişnuit este elementul Leclanché. Electrodul negativ constă dintr-o foaie sau o vergea de zinc, iar electrodul pozitiv dintr-o lamelă de cărbune, înconjurată de bioxid de mangan, care are rolul de depolarizant. Electrolitul este o soluţie de clorură de amoniu.

Unele elemente galvanice după ce produc energie electrică, adică debitează un curent de descărcare, nu mai pot fi regenerate. Ele sînt denumite *elemente galvanice primare.*

Sînt însă elemente galvanice care după ce au încetat să debiteze, pot fi regenerate, pentru a debita din nou, cu ajutorul unui curent electric, care trecînd în sens invers curentului debitat, provoacă un fenomen de electroliză, prin care electrozii şi electrolitul sînt readuşi la starea în care se găseau iniţial. Ele se numesc *elemente galvanice secundare* sau *acumulatoare electrice.*

Supunîndu-le unui număr însemnat de cicluri de încărcare-descărcare, acumulatoarele electrice pot fi folosite ca surse de curent electric un timp mai îndelungat.

În funcţie de materialele întrebuinţate pentru executarea lor, acumulatoarele uzuale se clasifică în :

— acumulatoare cu electrozi de plumb şi electrolit acid (soluţie apoasă de acid sulfuric) ;

— acumulatoare cu electrozi de nichel, fier, cadmiu şi electrolit alcalin (soluţie apoasă de potasă caustică).

În R.P.R., acumulatoarele electrice cu electrozi de plumb se fabrică în multe sortimente şi sînt folosite în toate domeniile de activitate. Ca atare, în cele ce urmează, acest tip de acumulatoare este tratat mai pe larg.

Un tip de acumulator de o construcţie mai recentă este cel cu electrozii de zinc şi argint şi electrolitul alcalin, utilizat în cazurile în care costul său ridicat are o importanţă secundară faţă de greutatea şi volumul ocupat, care sînt mult mai mici decît la acumulatoarele cu plăci de plumb.

După felul construcţiei, acumulatoarele se împart în două grupe: acumulatoare staţionare şi acumulatoare transportabile.

PARTEA INTII

ACUMULATOARE CU PLĂCI DE PLUMB

CAPITOLUL 1

FUNCȚIONAREA ȘI CONSTRUCȚIA ACUMULATOARELOR CU PLĂCI DE PLUMB. DOMENIILE DE UTILIZARE

Studierea principiului de funcționare a acumulatorului cu plăci de plumb și a proceselor electrochimice care se petrec în diferitele părți componente ale acestuia, vor permite înțelegerea criteriilor care stau la baza alegerii tipului celui mai indicat pentru diferite utilizări, cum și a stabilirii unor norme de exploatare juste.

1.1. Principiul de funcționare și părțile componente ale acumulatoarelor cu plăci de plumb

Principiul de funcționare este cel al elementului galvanic secundar, constituit din doi electrozi cufundați într-o baie de electroliză unde ei capătă potențiale de electrod diferite, generînd astfel o forță electromotoare. Electrozii acumulatorului cu plăci de plumb sînt din același metal, însă pot avea potențiale de electrod diferite, deoarece se găsesc în stări diferite de oxidare. Dintre toate metalele, plumbul se pretează cel mai bine la oxidare.

Între două plăci de plumb identice, cufundate în acid sulfuric diluat, nu se constată o diferență de potențial. Legînd însă aceste plăci la polii unei surse de curent continuu, datorită trecerii curentului se produce o electroliză. Placa de plumb legată la polul pozitiv al sursei se va colora în castaniu (culoarea peroxidului de plumb). Culoarea plăcii legată la polul negativ al sursei, rămîne neschimbată. Întrerupînd acest curent de „încărcare",

între cele două plăci se constată prezența unei forțe electromotoare care creează într-un circuit exterior închis un curent electric de sens opus celui de încărcare, denumit *curent de descărcare.*

Forța electromotoare creată se datorește stării diferite de oxidare a celor două plăci, în urma electrolizei din timpul încărcării.

În timpul descărcării, forța electromotoare scade continuu, curentul de descărcare micșorîndu-se treptat pînă la dispariția completă. Plăcile de plumb au din nou aceeași culoare, însă diferită de cea inițială. La suprafața lor s-a format o substanță nouă, alburie, sulfatul de plumb ($PbSO_4$), combinație chimică a plumbului cu acidul sulfuric din electrolit; ca urmare a acestei combinații, concentrația electrolitului scade.

Conectînd din nou sursa de curent și încărcînd a doua oară acumulatorul, plăcile își schimbă compoziția și culoarea, devenind din nou cea pozitivă, castanie, iar cea negativă, cenușie; electrolitul își recapătă concentrația inițială.

Prin repetarea încărcărilor și descărcărilor se formează la suprafața plăcilor din ce în ce mai multă materie activă, care la una din plăci constă din peroxid de plumb, iar la cealaltă din plumb spongios (poros ca buretele).

La încărcare și la descărcare au loc reacții electrochimice diferite. Evident, schimbarea sensului de trecere a curentului implică schimbarea efectului electrolizei. La încărcare, placa legată de polul pozitiv al sursei primește oxigen, iar placa legată de polul negativ pierde oxigen. La descărcare, invers. Dobîndirea de oxigen se numește *oxidare,* iar pierderea de oxigen, *reducere.*

Principiul de funcționare a acumulatorului cu plăci de plumb se poate explica prin „teoria dublei sulfatări", astfel:

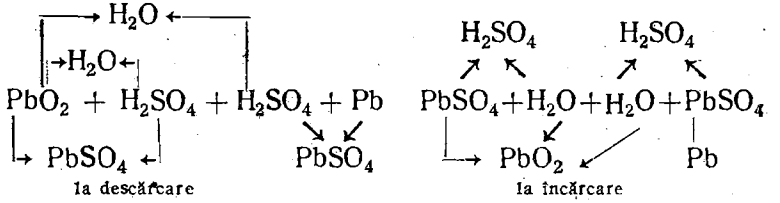
la descărcare, plumbul spongios Pb al electrodului negativ se oxidează, transformîndu-se în sulfat de plumb $PbSO_4$, în timp ce peroxidul de plumb PbO_2 al electrodului pozitiv se reduce, transformîndu-se, de asemenea, în sulfat de plumb. Scăderea concentrației electrolitului arată că acesta participă nemijlocit în reacție, conform ecuației:

$$Pb + 2H_2SO_4 + PbO_2 = 2PbSO_4 + 2H_2O$$

In timpul încărcării fenomenele decurg în sens invers şi anume : sulfatul de plumb al electrodului negativ se reduce devenind plumb spongios, sulfatul de plumb al electrodului pozitiv se oxidează devenind peroxid de plumb, iar concentraţia electrolitului creşte datorită acidului sulfuric rezultat din reacţiile chimice. Reacţia fiind reversibilă, ecuaţia rămîne aceeaşi urmînd ca ea să fie citită de la dreapta spre stînga.

Cantitatea de electricitate pe care o poate restitui acumulatorul este numit *capacitate* şi se măsoară în amperi-ore (Ah).

Ecuaţia dublei sulfatări poate fi prezentată şi sub o formă schematică :



In legătură cu cele arătate se impun unele observaţii şi precizări :

— în perioada de încărcare plăcile capătă potenţiale de electrod diferite. Diferenţa de potenţial dintre ele este de aproximativ 2 V. Descărcarea acumulatorului conduce la potenţiale de electrod egale şi deci la anularea diferenţei de potenţial, datorită sulfatării ;

— concentraţia electrolitului creşte la încărcare şi scade la descărcare ;

— procesul este reversibil.

Părţile componente ale unui element de acumulator sînt arătate în fig. 3.

Intrucît domeniile de utilizare a acumulatoarelor sînt foarte diferite, desigur că şi construcţia părţilor lor componente diferă de la caz la caz.

Vasul elementului trebuie confecţionat din materiale pe care acidul sulfuric nu le poate ataca, de pildă sticla, ebonita, lemnul căptuşit cu plumb, unele mase plastice etc.

Plăcile pozitive şi negative împreună cu electrolitul întreţin fenomenele de descărcare şi încărcare a acumulatorului. Materia activă poate fi formată pe placă prin tratamente electrochimice şi, în acest caz, plăcile se numesc „formate natural" sau poate fi obţinută separat şi aplicată pe un suport din plumb de diferite forme, în care caz poartă denumirea de „plăci cu materia activă raportată". Materia activă trebuie să adere bine pe suportul său şi să fie distribuită omogen pe întreaga suprafaţă a acestuia.

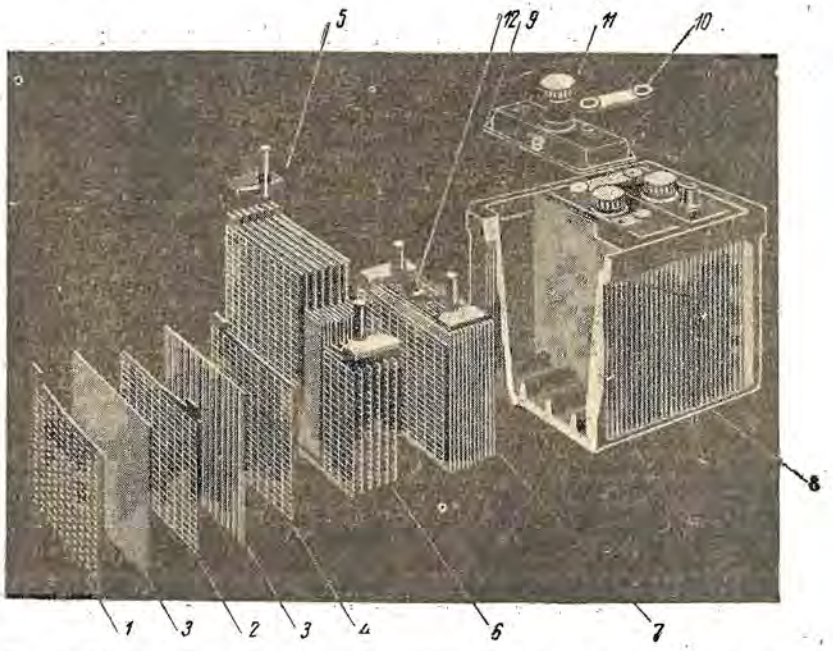


Fig. 3. Părţile componente ale unui acumulator cu plăci de plumb pentru autovehicule:

1 — grătarul plăcii ; *2* — placă pozitivă pastată ; *3* — planşetă din lemn riglată (separatoare) ; *4* — placă negativă, pastată ; *5* — punte ; *6* — grupul de plăci pozitive ; *7* — grupurile de plăci pozitive şi negative, cu separatoare ; *8* — monobloc de ebonită ; *9* — capac de ebonită cu bucşe de plumb ; *10* — legătură de plumb ; *11* — dop ; *12* — semn indicator de nivel.

Plăcile pozitive se aşază de obicei între două plăci negative. Prima şi ultima placă din element sînt negative. Deoarece aceste plăci participă la reacţie numai cu suprafeţele interioare, ele

sînt uneori mai subțiri și poartă denumirea de plăci negative de margine sau negative jumătate (—1/2), spre deosebire de celelalte plăci negative de mijloc, sau întregi (—1/1).

Plăcile se sprijină pe marginea vasului sau pe fundul lui. În primul caz, plăcile sînt prevăzute cu *umeri,* iar în al doilea caz, cu *picioruşe.* Toate plăcile sînt prevăzute cu o ureche pentru contactul electric.

Fig. 4. Placă de mare suprafață.

Din categoria plăcilor cu formare naturală fac parte numai cele denumite de *mare suprafață,* care se toarnă din plumb moale în formă lamelară (fig. 4), ceea ce face ca suprafața de contact dintre placă și electrolit să fie de 8—10 ori mai mare decît suprafața aparentă dată de produsul dintre lungimea și lățimea plăcii. Plăcile de mare suprafață se folosesc numai ca electrozi pozitivi. Formarea materiei active are loc în două etape: prima formare, cu ajutorul unor substanțe chimice care corodează plumbul, mărindu-i suprafața de contact cu electrolitul și a doua formare, în timpul căreia, prin încărcări și descărcări, se produce materia activă — peroxidul de plumb PbO_2. După prima formare, plăcile au o culoare albă lăptoasă, iar după a doua formare, culoarea castanie a peroxidului de plumb.

La plăcile cu a doua formare realizată, stratul de materie activă se poate desprinde. De aceea, plăcile de mare suprafață se livrează de obicei după prima formare, a doua formare efectuîndu-se la locul de utilizare. Fac excepție bateriile mici, pentru care fabricile constructoare livrează plăcile formate definitiv.

Plăcile cu materia activă raportată sînt cele mai răspîndite. Se deosebesc *plăcile pastate,* la care suportul este un grătar din plumb aliat cu antimoniu (fig. 5), în fagurii căruia se presează, sub formă de pastă, un amestec de oxizi de plumb cu acid sulfuric și apă distilată (fig. 6). Se folosesc atît ca electrozi pozitivi cît și ca electrozi negativi.

Avantajul esențial al acestor plăci față de cele de mare suprafață constă în aceea că au o mare capacitate specifică [Ah/kg]. Ca dezavantaj se menționează durata lor scurtă de funcționare.

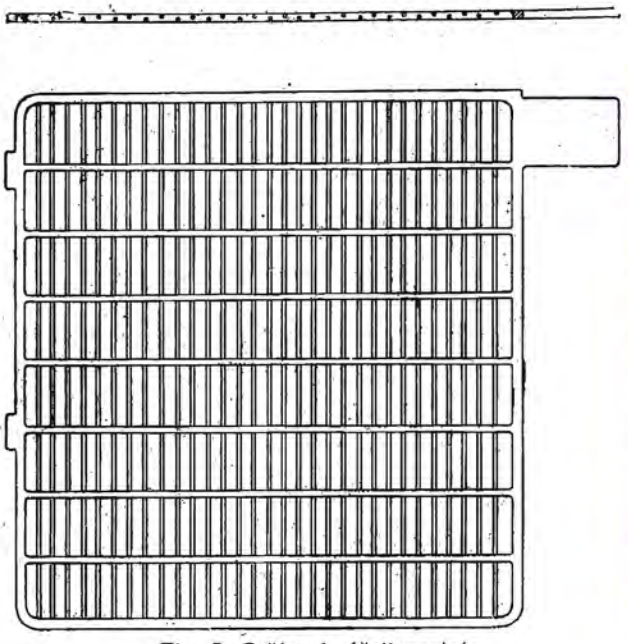


Fig. 5. Grătarul plăcii pastate.

Fig. 6. Placă-grătar, pastată.

Plăcile sac, au suportul construit din două grătare pastate aşezate faţă în faţă şi apoi nituite (fig. 7). Se folosesc numai ca plăci negative. Ele se montează numai în elementele care au plăci pozitive de mare suprafaţă.

Plăcile tubulare, (fig. 8) denumite blindate, fac parte din categoria de plăci cu oxizi raportaţi şi sînt caracterizate prin durata lor mare de funcţionare. Materia activă este introdusă în tuburi de

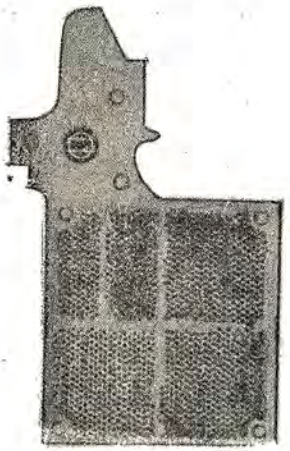


Fig. 7. Placă negativă, sac.

Fig. 8. Placă tubulară.

ebonită cu diametrul de 10—12 mm. Electrolitul pătrunde la materia activă prin fantele tăiate în acest scop în tuburile de ebonită.

Punţile sînt piesele care permit gruparea plăcilor de aceeaşi polaritate ale unui element (fig. 9). La o punte se deosebesc: pieptenele, între dinţii căruia se introduc şi se sudează urechile plăcilor, şi polul punţii care serveşte la conectarea acumulatorului în circuit exterior (fig. 9 *a, c*). Polul punţii are uneori un miez din cupru, din alamă sau din oţel. În acest caz, legătura electrică

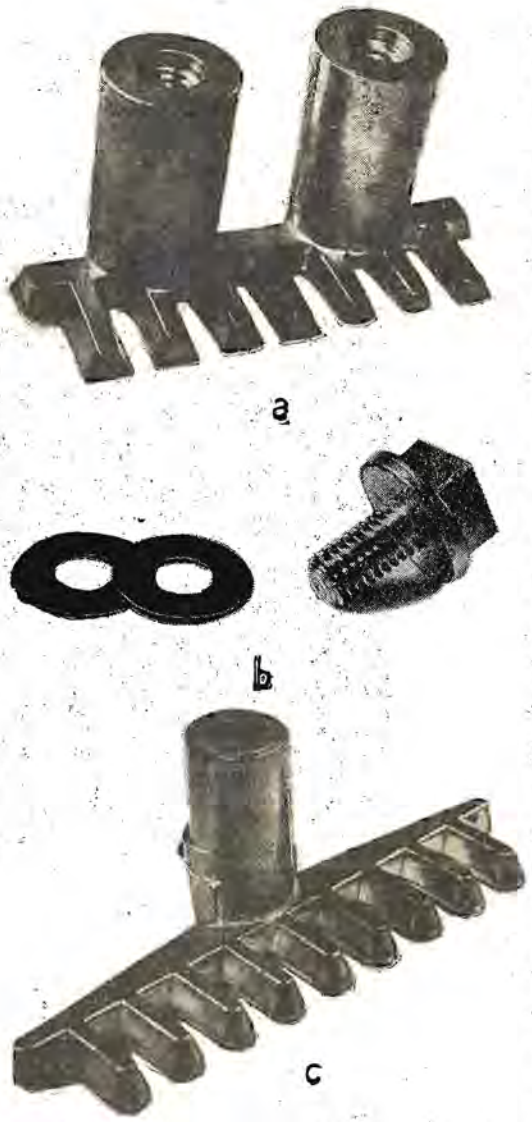


Fig. 9. Punți de grupare a plăcilor pentru îmbinări prin sudură sau prin înșurubare:

a – punte pentru legături înșurubate; *b* – șurub și șaibe pentru fixarea legăturilor dintre elemente; *c* – punte pentru legături sudate.

se face prin înșurubare (fig. 9, *a*, *b*). Punțile se toarnă din plumb antimonios.

La elementele staționare, punțile sînt simple bare de plumb, la care se sudează plăcile și polii de conectare cu circuitul de utilizare.

Grupurile de plăci rezultă din sudarea plăcilor la o punte. Un element este compus dintr-un grup de plăci pozitive și un grup de plăci negative. Cu excepția elementelor staționare, unde plăcile se grupează după așezarea în vase, grupurile de plăci sînt constituite înainte de așezarea în vase.

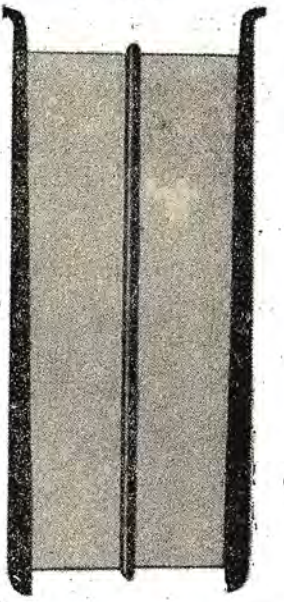
Izolația dintre plăcile de polaritate opusă are rolul de a evita scurtcircuitele interioare. La acumulatoarele mici, în vase de sticlă, plăcile se mențin la o anumită distanță cu ajutorul unor ghiduri prevăzute pe pereții interiori ai vasului. La unele tipuri de acumulatoare se folosesc pentru izolarea plăcilor tuburi simple de sticlă.

Marea majoritate a elementelor au plăcile foarte apropiate, despărțite prin plăci izolante, denumite *separatoare.*

Separatoarele trebuie confecționate din materiale care să nu participe la reacțiile din element și să aibă o rezistență mecanică suficientă, astfel încît să nu poată fi rupte sau deformate în urma eforturilor care se produc în timpul funcționării acumulatorului. Porii materialului trebuie să fie foarte mici. De asemenea, separatoarele nu trebuie să prezinte fisuri sau găuri.

Separatoarele sînt de multe feluri :

— separatoare (sau planșete) de lemn netede, întărite cu bețișoare de lemn sau ebonită, utilizate pentru izolarea plăcilor pozitive de mare suprafață de plăcile negative sac (fig. 10, *a*) ;



b

Fig. 10. Separatoare de lemn :

a — separatoare de lemn netede, întărite cu bețișoare de ebonită ; *b* — separatoare de lemn riglate.

— separatoare (sau planşete) de lemn riglate utilizate la acumulatoarele pentru autovechicule şi la unele tipuri de acumulatoare de tracţiune (fig. 10,*b*). Faţa riglată se aşază pe placa pozitivă, unde circulaţia electrolitului este mai intensă. Riglele sînt orientate vertical pentru a permite căderea materiei active şi circulaţia electrolitului.

După confecţionare, planşetele de lemn, atît cele netede cît şi cele riglate, se supun unui tratament cu o soluţie caldă de sodă caustică pentru a se îndepărta unele substanţe care în contact cu electrolitul acumulatorului produc acid acetic, foarte dăunător plăcilor.

Separatoarele se mai confecţionează şi din cauciuc microporos, policlorură de vinil microporoasă, sau vată de sticlă (fig. 11) ; acestea se utilizează în combinaţie cu planşetele de lemn netede, subţiri, cu separatoarele din ebonită sau policlorură de vinil perforată (fig. 12).

Electrolitul este o soluţie de acid sulfuric diluat cu apă distilată. Greutatea sa specifică variază între 1,08 şi 1,30 g/cm^3, în funcţie de tipul acumulatorului. La unele instalaţii, volumul şi greutatea acumulatorului nu joacă un rol însemnat, putîndu-se folosi un electrolit de concentraţie mai mică, dar într-o cantitate suficientă. La alte instalaţii, volumul şi greutatea acumulatorului sînt limitate. Pentru acestea se foloseşte o cantitate mai mică de electrolit, însă de o concentraţie mai mare.

Concentraţia electrolitului este o mărime care caracterizează posibilităţile acumulatorului ; ea se exprimă în procente de acid sulfuric monohidrat, raportate la greutatea sau la volumul soluţiei folosite.

Deoarece între concentraţia electrolitului şi greutatea sa specifică există o anumită relaţie, în practică se obişnuieşte ca în locul concentraţiei să se indice greutatea specifică a electrolitului, întrucît aceasta se determină mult mai uşor.

Greutatea specifică se exprimă în g/cm^3. O scară convenţională folosită din ce în ce mai puţin este cea divizată în grade Beaumé.

Între gradele Beaumé [°Bé] şi greutatea specifică există următoarea relaţie :

$$\text{Grade Beaumé [°Bé]} = 145 - \frac{145}{\text{greutatea specifică}}.$$

Fig. 11. Separatoare din vată de sticlă şi policlorură de vinil microporos.

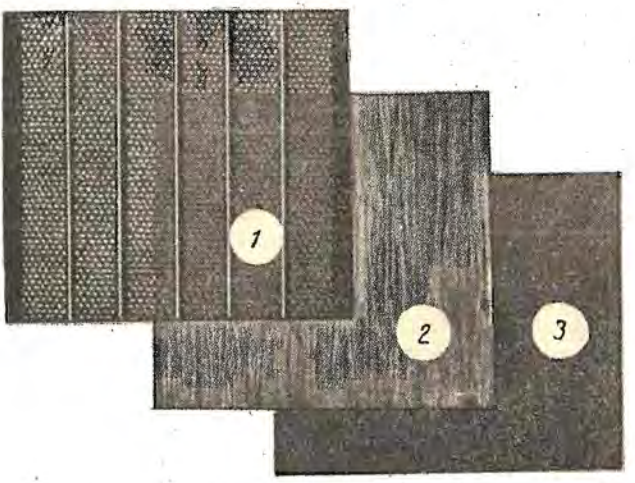


Fig. 12. Separatoare din:
1 — ebonită perforată; 2 — vată de sticlă; 3 — lemn.

În tabela 2 sînt indicate valorile concentraţiilor uzuale ale soluţiilor, exprimate în greutate specifică şi grade Beaumé.

Tabela 2

Concentraţia soluţiilor de acid sulfuric

Greutatea specifică, g/cm³		Conţinutul de H_2SO_4 monohidrat, în %		Grade Beaumé
15°C	25°C	Greutatea	Volumul	
1,000	1,000	0,0	0,0	0,0
1,010	1,009	1,4	0,8	1,4
1,020	1,019	2,9	1,6	2,8
1,030	1,029	4,4	2,5	4,2
1,040	1,039	5,9	3,3	5,6
1,050	1,049	7,3	4,2	6,9
1,060	1,058	8,7	5,0	8,2
1,070	1,068	10,1	5,9	9,5
1,080	1,078	11,5	6,7	10,7
1,090	1,088	12,9	7,6	12,0
1,100	1,097	14,3	8,5	13,2
1,110	1,107	15,7	9,5	14,4
1,120	1,117	17,0	10,3	15,5
1,130	1,127	18,3	11,2	16,7
1,140	1,137	19,6	12,1	17,8
1,150	1,146	20,9	13,0	18,9
1,160	1,156	22,1	13,9	20,0
1,170	1,166	23,4	14,9	21,1
1,180	1,176	24,7	15,8	22,1
1,190	1,186	25,9	16,7	23,2
1,200	1,196	27,2	17,7	24,2
1,210	1,206	28,4	18,7	25,2
1,220	1,216	29,6	19,6	26,1
1,230	1,225	30,8	20,6	27,1
1,240	1,235	32,0	21,6	28,1
1,250	1,245	33,2	22,6	29,0
1,260	1,255	34,4	23,6	29,9
1,270	1,265	35,6	24,6	30,8
1,280	1,275	36,8	25,6	31,7
1,290	1,285	38,0	26,6	32,6
1,300	1,295	39,1	27,6	33,5

Greutatea, în kilograme, a unui litru de soluţie este egală cu greutatea sa specifică ; un litru de acid sulfuric de 1,30 g/cm³ cîntăreşte 1,3 kg.

Capacul serveşte la acoperirea fiecărui element, împiedicînd astfel pătrunderea în interiorul elementului a corpurilor străine.

Uneori acesta este un simplu geam de acoperire, aşezat deasupra plăcilor. Elementele transportabile necesită aproape totdeauna un capac etanş care să împiedice vărsarea electrolitului din vase.

În fig. 13 este reprezentat un capac etanş al unui element de acumulator pentru automobil. Capacul se introduce în vas, aşe-

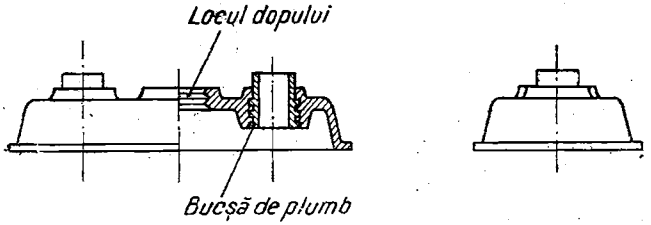


Fig. 13. Capac etanş de ebonită pentru acumulatoarele autovehiculelor.

zîndu-se peste punţile grupurilor de plăci, ai căror poli străbat capacul prin bucşele de plumb fixate în el. Între capac şi vas se toarnă bitum cald pentru asigurarea etanşeităţii.

Dopul are un orificiu pentru aerisirea elementului (fig. 14) şi se înşurubează în capac.

Unele capace se etanşează cu garnituri de cauciuc pentru a putea fi demontate mai uşor. Această construcţie este folosită în special la elementele de tracţiune mari.

Pînă acum au fost descrise piesele componente ale unui singur element de acumulator. O baterie este compusă însă din mai multe elemente, astfel încît la aceasta mai sînt necesare şi alte piese, cum sînt legăturile dintre elemente, bornele şi cutiile.

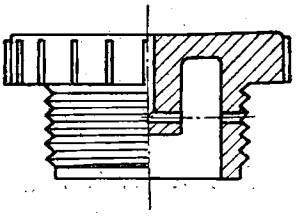


Fig. 14. Dopul capacelor etanşe.

Legăturile se utilizează pentru conectarea elementelor bateriei. Legăturile acumulatoarelor pentru autovehicule se fac din plumb turnat în forme (fig. 15). Legătura aceasta se aşază deasupra polilor grupurilor de plăci ale elementelor care se înseriază. Topind cu aparatul de sudură polul, bucşa şi legătura (v. fig. 13) şi adăugînd plumbul necesar se obţine o îmbinare electrică bună, etanşă şi sigură din punct de vedere mecanic. La elementele de tracţiune legăturile se execută din cupru plumbuit

cu capete de plumb turnat (fig. 16), care se îmbină cu polii elementelor prin înşurubare. În locul benzii de cupru poate fi utilizat un cablu flexibil de cupru, învelit în cauciuc. Acesta se utilizează în special ca legătură între elemente şi bornele bateriei.

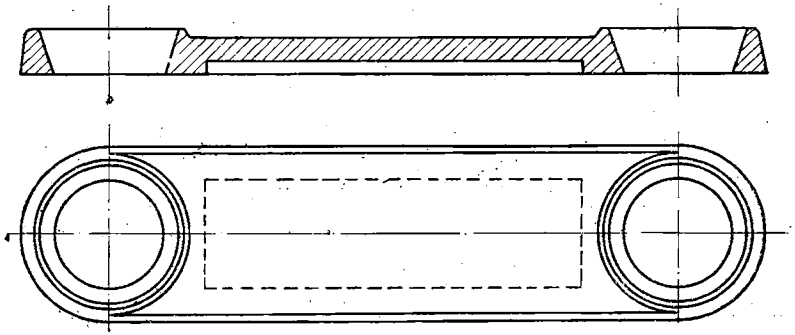


Fig. 15. Legătură de plumb turnată pentru îmbinări sudate.

Bornele sînt piesele prin care se leagă electric acumulatorul la circuitul de utilizare. O baterie cu elemente înseriate, aşa cum este cazul general, are două borne: la una din ele se leagă polul pozitiv al primului element, iar la cealaltă, polul negativ

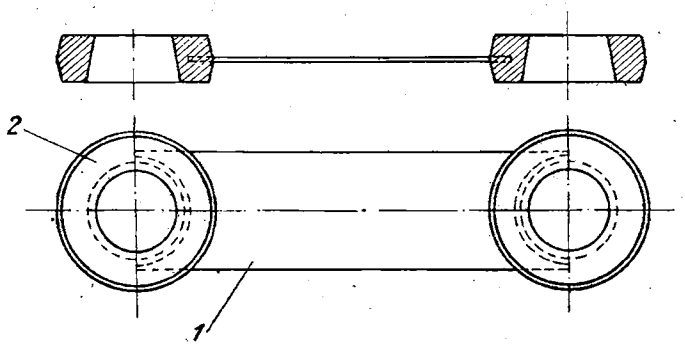


Fig. 16. Legătură de cupru plumbuită, cu capete din plumb turnat:
1 — bandă de cupru; *2* — cap de plumb.

al ultimului element al bateriei. La unele elemente, bateriile pot avea şi borne intermediare, pentru a se putea obţine tensiuni mai mici decît tensiunea bateriei.

La acumulatoarele transportabile se folosesc borne cu şuruburi, de care se prind papucii de cablu ai circuitului exterior.

Bornele bateriilor pentru automobile sînt piese de formă conică, sudate de primul şi de ultimul pol al grupurilor de plăci. Legătura cu circuitul exterior se face prin borne, folosindu-se în acest scop coliere strînse cu şuruburi.

La acumulatoarele staţionare bornele se sudează la şina de grupare a plăcilor.

Cutiile pentru asamblarea elementelor sînt de lemn sau metalice, uneori acoperite. În ele se introduc şi se fixează elementele bateriei. Cutiile sînt vopsite pentru a fi ferite de acţiunea chimică a acidului sulfuric. În acelaşi scop, ele sînt adesea căptuşite cu carton asfaltat (fără nisip) şi bitum.

Pentru fixarea elementelor se folosesc scînduri subţiri şi pene de lemn, cartoane şi plăci de ebonită riglate. La bateriile mai mici, elementele se acoperă cu bitum cald care împiedică pătrunderea între vase a acidului sulfuric ieşit din elemente.

1.2. Caracteristicile de funcţionare ale acumulatoarelor cu plăci de plumb

Procesul de funcţionare a acumulatorului cu plăci de plumb este destul de complicat, deoarece diversele sale caracteristici se influenţează reciproc şi se modifică în funcţie de construcţia, starea de încărcare şi de descărcare ale acestuia, cum şi de felul în care se face exploatarea lui.

Cunoaşterea temeinică a funcţionării acumulatorului în scopul unei exploatări şi reparaţii corecte nu este posibilă fără studierea caracteristicilor sale şi, în deosebi, a interdependenţei acestora.

Caracteristicile unui acumulator sînt următoarele:

— forţa electromotoare;
— tensiunea la borne;
— rezistenţa interioară;
— capacitatea;
— autodescărcarea;
— randamentul;
— durata de funcţionare.

1.2.1. *Forţa electromotoare, căderea de tensiune şi tensiunea la borne*

Forţa electromotoare de circa doi volţi este rezultatul diferenţei dintre potenţialele de electrod ale plăcilor. Ea variază cu concentraţia şi temperatura electrolitului. La o greutate speci-

fică de 1,04 g/cm³, f.e.m. este de 1,89 V; la 1,15 g/cm³ de 2 V; la 1,30 g/cm³, ajunge la 2,138 V.

Valorile forței electromotoare E și ale potențialelor de electrod e_+ și e_-, în V, se pot calcula aproximativ cu următoarele formule empirice:

$$E = 0{,}84 + d;$$
$$e_+ = 1{,}20 + 0{,}8\,d;$$
$$e_- = 0{,}36 - 0{,}2\,d,$$

în care d este greutatea specifică a electrolitului, în g/cm³.

F.e.m. variază cu temperatura, schimburile de sarcini electrice fiind mai active la temperaturi ridicate. Dependența dintre f.e.m. și greutatea specifică a electrolitului este arătată în tabela 3.

Tabela 3

Dependența dintre greutatea specifică a electrolitului și f.e.m. a elementului

Greutatea specifică a electrolitului, g/cm³	Forța electromotoare, V
1,040	1,890
1,050	1,903
1,100	1,956
1,150	2,000
1,200	2,045
1,250	2,091
1,300	2,138

Se observă că f.e.m. depinde de electrolitul din porii materiei active, a cărui concentrație și temperatură în timpul funcționării diferă de concentrația și temperatura electrolitului din vas.

Difuziunea este un fenomen care se petrece în acumulator, independent de cele amintite pînă acum. Ea depinde de viscozitatea electrolitului, deci de concentrația și temperatura lui, de porozitatea materiei active și de lungimea distanței pe care trebuie să o străbată acidul mai concentrat în drum spre cel diluat.

Sulfatul de plumb care se formează pe plăci în timpul descărcării, sărăcește de acid sulfuric electrolitul din porii plăcilor, astfel încît, în orice moment al descărcării, electrolitul din vas va fi mai concentrat decît electrolitul din porii plăcilor. La încărcare, invers, acidul sulfuric format din sulfatul de plumb este eliberat, astfel încît, în porii materiei active concentrația va fi mai mare decît în electrolitul din vas. Acidul concentrat *difuzează* spre cel diluat. Difuziunea provoacă o creștere a f. e. m., după întreruperea descărcării și o micșorare a ei, după întreru-

perea încărcării. Difuziunea continuă şi după întreruperea funcţionării acumulatorului şi încetează numai cînd concentraţia electrolitului este aceeaşi în tot vasul.

Căderea de tensiune rI este provocată de rezistenţa interioară *r* a elementului, cînd aceasta este străbătută de un curent *I*. Căderea de tensiune se exprimă în volţi.

Cu cît valoarea curentului de descărcare sau încărcare este mai mare, cu atît căderea de tensiune *rI* este şi ea mai mare; în urma unei descărcări prelungite, care sulfatează excesiv plăcile şi le măreşte mult rezistenţa *r*, căderea de tensiune *rI* atinge valori foarte mari.

Tensiunea la borne poate fi măsurată cu voltmetrul în timpul încărcării, descărcării, sau cînd acumulatorul nu este în funcţiune. În cazul cînd acumulatorul nu funcţionează, căderea de tensiune în circuit are o valoare neînsemnată şi practic tensiunea *u* la borne este egală cu forţa electromotoare *E* (v. fig. 2). În timpul descărcării, voltmetrul va indica diferenţa dintre forţa electromotoare *E* şi căderea de tensiune *rI*, iar în timpul încărcării, suma lor, astfel:

$$U = E - rI \text{ la descărcare,}$$
$$U = E + rI \text{ la încărcare.}$$

Se observă că tensiunea este mai mare în timpul încărcării decît în repaus, iar în repaus mai mare decît în timpul descărcării şi de aceea este necesar să se arate în care dintre aceste situaţii s-a făcut măsurarea tensiunii.

Tensiunea în circuit deschis. Căderea de tensiune este foarte mică, deoarece elementul este străbătut numai de curentul neînsemnat care trece prin voltmetru. Valoarea măsurată depinde astfel în cea mai mare parte de f. e. m. a elementului.

După o descărcare mult prelungită, sulfatarea materiei active fiind accentuată, concentraţia electrolitului este redusă. Diferenţa dintre potenţialele de electrod ale plăcilor de semne contrarii, mult sulfatate, este mică. Rezultă că f.e.m. va fi mică şi valoarea tensiunii la borne va arăta că elementul este descărcat, deci starea lui reală.

Descărcările cu curenţi mari sau descărcările parţiale cu curent normal, nu duc la sulfatări pronunţate, concentraţia electrolitului nu scade mult şi după cîteva minute de la întreruperea descărcării, f. e. m. revine la valoarea de circa 2 V, egală cu tensiunea unui element încărcat. Astfel, voltmetrul nu poate arăta, în acest caz, starea de descărcare reală a elementului.

Cu un voltmetru obişnuit la descărcări parţiale de 15%, 40% şi 60% din capacitatea nominală, este greu de observat diferenţe de valori în ce priveşte tensiunea la borne.

Rezultă că starea de descărcare a elementului se poate cunoaşte numai dacă se măsoară, pe lîngă tensiunea la borne şi greutatea specifică a electrolitului.

Tensiunea la descărcare variază după curba caracteristică, prezentată în fig. 17.

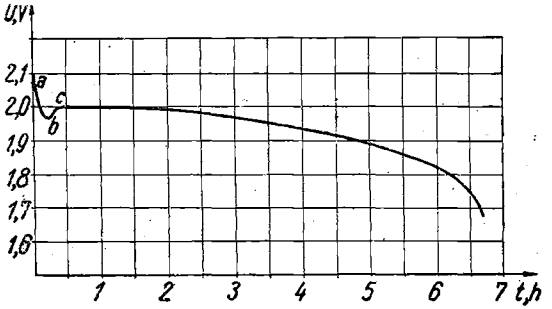


Fig. 17. Tensiunea la descărcare.

Bucla *abc* a curbei se explică astfel: tensiunea pe care a avut-o elementul în circuit deschis (punctul *a* de pe ordonată) scade îndată după începutul descărcării din cauza căderii de tensiune şi mai ales, ca urmare a micşorării concentraţiei electrolitului din porii materiei active.

Difuziunea devine eficace numai cînd diferenţa dintre concentraţiile electrolitului din vas şi ale celui din porii materiei active este mare. Din acest moment (*b*) tensiunea începe să crească pînă în punctul *c*, cînd datorită difuziunii, acidul sulfuric necesar descărcării pătrunde în materia activă, menţinînd constantă tensiunea într-un anumit interval.

Sulfatul de plumb are o greutate specifică mai mică decît peroxidul de plumb şi plumbul spongios şi, prin urmare, ocupă un volum mai mare. Din această cauză, suprafaţa de contact dintre materia activă şi electrolit scade treptat, împiedicînd astfel, în mod progresiv, procesul difuziunii.

Concomitent, electrolitul din vas devine tot mai diluat, difuziunea îşi pierde treptat eficacitatea, ajungînd să nu mai poată satisface cerinţele de acid sulfuric ale plăcilor. Curba tensiunii se înclină tot mai mult, iar începînd cu valoarea de 1,8 V, tensiunea scade rapid către zero.

Sulfatarea este direct proporțională cu curentul debitat de acumulator și cu durata descărcării acestuia. Distribuirea sulfatului de plumb în materia activă este însă diferită.

La descărcări lente cu curenți mici distribuirea sulfatului de plumb se face omogen, sau aproape omogen, în toată materia activă. Difuziunea reușește să aducă acidul sulfuric necesar descărcării, sulfatarea pătrunde adînc în materia activă și greutatea specifică a electrolitului scade mult. Tensiunea scade lent.

Îndată ce curentul de descărcare crește, difuziunea, a cărei intensitate rămîne aceeași, nu poate recupera acidul sulfuric consumat și sulfatarea se produce la suprafața materiei active, ceea ce împiedică și mai mult difuziunea. De aceea, o dată cu creșterea valorii curentului debitat de acumulator, tensiunea de descărcare ajunge mai repede la valoarea limită, adică la acea valoare la care descărcarea trebuie oprită. Sulfatarea este parțială, neomogenă, electrolitul rămîne cu o concentrație mai mare la sfîrșitul descărcării, iar tensiunea scade foarte repede.

Din cele arătate rezultă că, după descărcările cu curenți mici, acumulatorul este complet epuizat și trebuie încărcat, pe cînd după descărcările cu curenți mari, materia activă și electrolitul mai au disponibilități care pot fi folosite.

Diagramele din fig. 18 caracterizează variația tensiunii (*a*) și a greutății specifice a electrolitului (*b*), în cazul descărcării într-un interval de timp de 5 h și în cazul descărcării într-un interval de timp de 1 h.

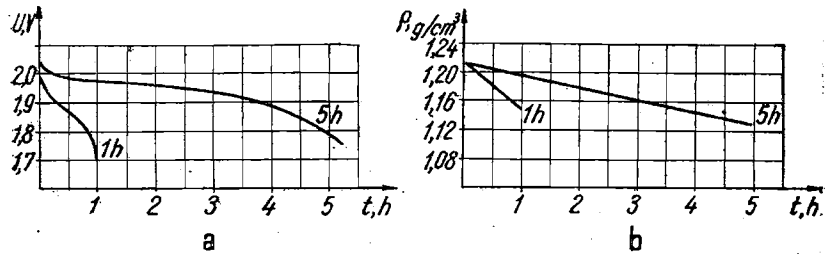


Fig. 18. Variația tensiunii elementului (*a*) și a greutății specifice a electrolitului (*b*), la descărcarea în 1 h și în 5 h.

La întreruperea descărcării, procesul difuziunii continuă. Tensiunea crește, la început foarte repede, apoi mai încet, pentru ca după cîteva minute să capete valoarea corespunzătoare concentrației electrolitului din vas (fig. 19), care, evident, este

mai mică decît la începutul descărcării. Descărcînd din nou acumulatorul, tensiunea scade brusc pînă la 1,85 V, adică pînă la o valoare ceva mai mare decît valoarea care a limitat descăr-

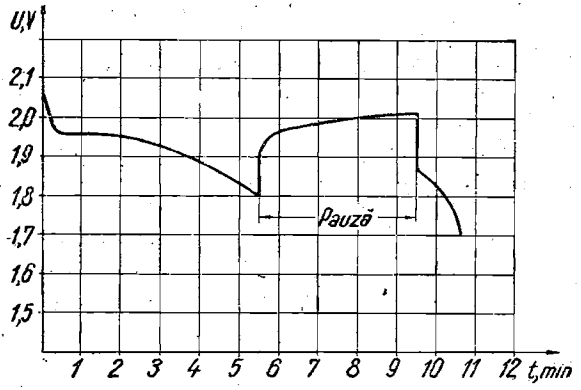


Fig. 19. Restabilirea tensiunii la întreruperea descărcării.

carea precedentă şi continuă să scadă pînă la întreruperea din nou a descărcării. Fenomenul descris poartă denumirea de fenomenul de *restabilire a tensiunii.*

Tensiunea finală, adică tensiunea la care descărcarea trebuie oprită, se stabileşte în raport cu curentul (fig. 20).

În cazul descărcării lente, tensiunea de 1,8 V a fost admisă, experimental, ca limită. La această valoare a tensiunii sulfatarea este foarte pronunţată. Funcţionarea acumulatorului este periclitată dacă descărcarea trece de această limită, deoarece sulfatarea nu trebuie să devină excesivă.

În cazul descărcării cu curenţi mai mari, această primejdie nu există deoarece tensiunea scade repede, iar descărcarea este întreruptă înainte ca sulfatarea să devină pronunţată. Ca regulă, se recomandă ca descărcările lente să fie limitate de concentraţia electrolitului, pentru a nu sulfata excesiv plăcile acumulatorului, iar descărcările cu curent mare să fie limitate de tensiune, pentru a se întrerupe circuitul cînd tensiunea a ajuns sub valoarea admisă.

Se precizează că din categoria descărcărilor lente sau cu curent mic, fac parte descărcările în 10 h şi în 5 h ; din categoria descărcărilor rapide sau cu curent mare, fac parte descărcările în 3 h şi 1 h ; descărcarea de şoc se efectuează pe o durată de ordinul minutelor.

Tensiunea la descărcările de şoc poate ajunge la 1,33 V pe element, sub un curent de descărcare de 30 ori mai mare decît curentul corespunzător regimului de 10 h. Durata descărcării

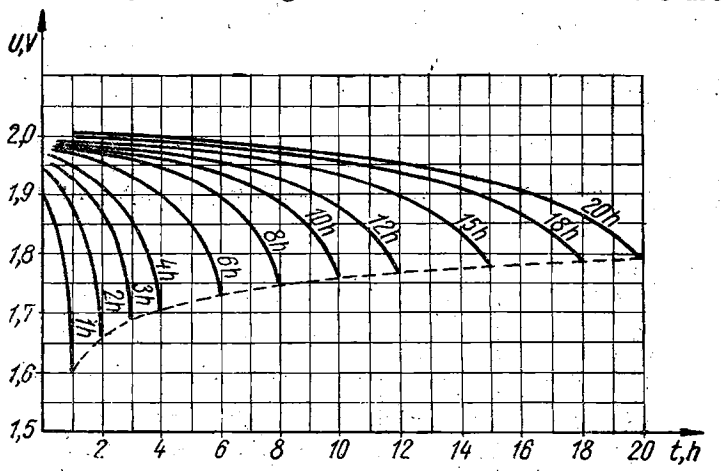


Fig. 20. Tensiunea la diferite regimuri de descărcare.

este de 5 min. Astfel de acumulatoare cu descărcare de şoc sînt, de pildă, cele pentru autovehicule, care servesc la pornirea motorului termic.

La descărcări de şoc sînt supuse şi acumulatoarele centralelor electrice, cînd pentru acţionarea diferitelor dispozitive, ele sînt descărcate în timp de cîteva secunde cu curenţi de 2—2,5 ori mai mari decît în regimul de 1 h, iar tensiunea lor scade pînă la 1,65—1,70 V pe element.

Temperatura la care funcţionează acumulatorul are o influenţă hotărîtoare asupra calităţilor sale. La temperatură ridicată reacţiile chimice, electrochimice şi difuziunea sînt activate, iar rezistenţa interioară scade. Tensiunea în timpul descărcării într-un regim oarecare, de pildă, în regimul de 4 ore (fig. 21) însă la temperaturi diferite, are valori diferite: des-

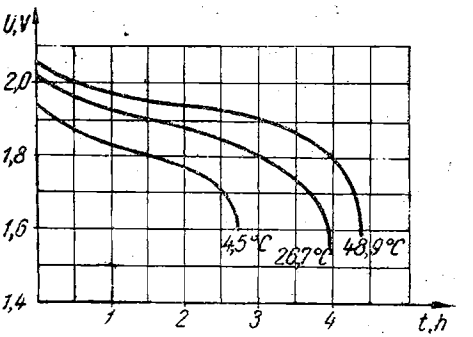


Fig. 21. Tensiunea la descărcarea în 4 h, la diferite temperaturi.

cărcarea durează mai mult la temperaturi ridicate şi tensiunea are valori mai mari decît la temperaturi mai coborîte.

Tensiunea la încărcare creşte repede la început, apoi mai încet şi se stabilizează la sfîrşitul încărcării. În timpul încărcării apare un fenomen care în perioada de descărcare nu se observă şi anume *degajarea de gaze* (oxigen şi hidrogen), produse de curentul de încărcare prin electroliza apei.

Curba caracteristică obţinută în perioada de încărcare a acumulatorului (fig. 22) are o buclă asemănătoare cu cea din fig. 17 (în perioada de descărcare), cu aceeaşi explicaţie. În porii mate-

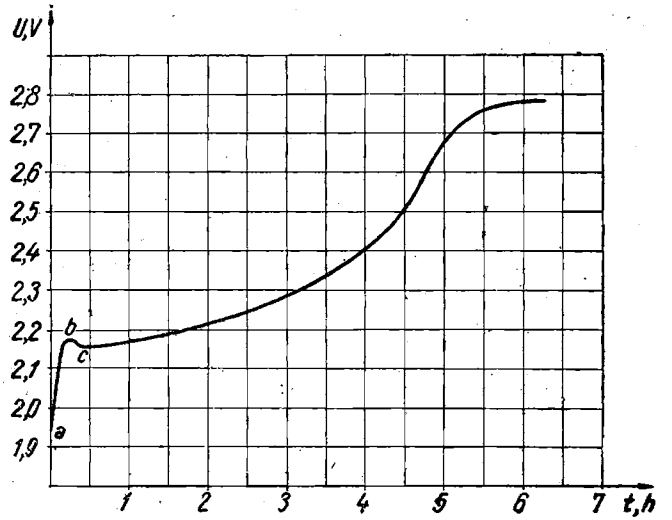


Fig. 22. Tensiunea la încărcare.

riei active din sulfatul de plumb se formează acid sulfuric. Difuziunea nu este încă activă, tensiunea creşte repede de la 1,95 V (*a*) la 2,15 V (*b*) şi, imediat, datorită difuziunii începe să scadă (*c*). În continuare tensiunea creşte lent. Difuziunea, pe de o parte este ajutată de procesul de desulfatare care măreşte porozitatea materiei active, iar pe de altă parte, scade treptat în intensitate datorită creşterii concentraţiei electrolitului din vas. O dată cu desulfatarea plăcilor, acidul mai concentrat pătrunde tot mai adînc în materia activă, mărindu-se astfel distanţa pe care acesta o străbate pînă la electrolitul mai diluat, ceea ce îngreuiază difuziunea.

Pe măsura transformării pe calea desulfatării a materiei active în peroxid de plumb şi plumb spongios, tensiunea creşte şi curentul de încărcare are un efect tot mai mic asupra plăcilor, producînd mai intens electroliza apei din electrolit. Hidrogenul şi oxigenul rezultate se degajă sub formă de bule care agită electrolitul.

Electroliza apei şi drept urmare degajarea bulelor de hidrogen şi de oxigen începe în momentul cînd tensiunea elementului a ajuns la 2,30—2,40 V. Acest fenomen, asemănător cu fierberea, începe întîi la plăcile negative, apoi la cele pozitive.

Gazele sub formă de bule acoperă plăcile, despărţindu-le de electrolit; ele se comportă ca o rezistenţă interioară care creşte, mărind o dată cu ea căderea de tensiune. Tensiunea la bornele acumulatorului creşte din nou repede, pînă la 2,7—2,8 V, unde se stabilizează. Din acest moment concentraţia electrolitului nu mai creşte, iar curentul de încărcare produce în continuare numai electroliza apei. Cu aceasta procesul de încărcare se termină.

La fel ca la descărcare, valoarea curentului de încărcare are o deosebită influenţă asupra valorii tensiunii (fig. 23). La încărcarea cu un curent mic fenomenele se desfăşoară lent, intervalul

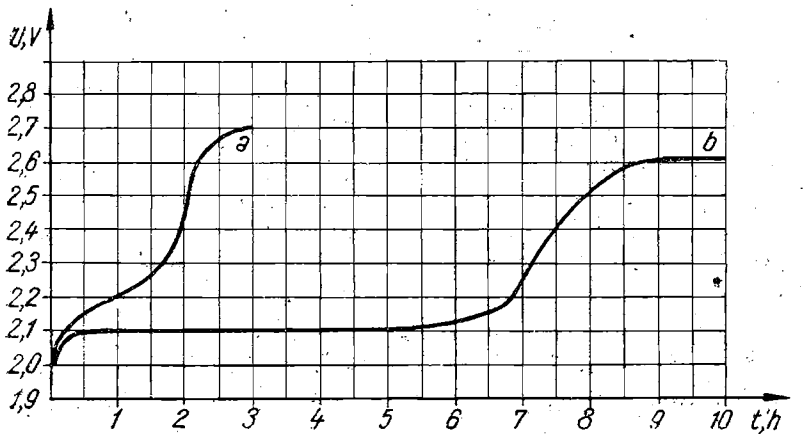


Fig. 23. Tensiunea la încărcarea în 3 h (*a*) şi în 10 h (*b*).

de timp fiind suficient pentru ca procesul de difuziune să scoată acidul sulfuric din adîncul materiei active înainte ca acesta să capete o concentraţie prea mare. Prin mărirea curentului de încărcare, difuziunea se realizează mai greu, electroliza apei

declanşată la tensiunea de 2,3—2,4 V începînd înainte ca desulfatarea plăcilor să fie efectuată. La curenţi de încărcare foarte mari este posibil ca degajarea hidrogenului şi oxigenului să înceapă din primul moment al încărcării, dovedind astfel că, în acest caz, acţiunea de desulfurare a plăcilor este neînsemnată sau chiar nulă.

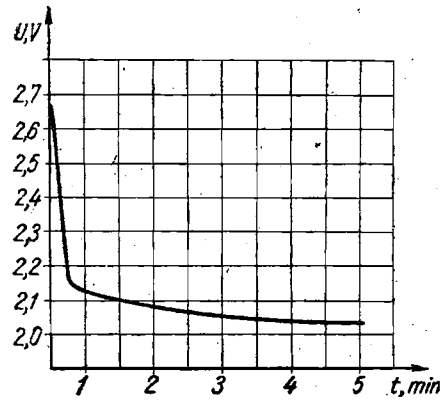


Fig. 24. Restabilirea tensiunii după terminarea încărcării.

Valoarea căderii de tensiune *rI* fiind proporţională cu valoarea curentului, la un curent mai mare de încărcare tensiunea finală de încărcare este mai mare, iar degajarea gazelor începe înainte de terminarea încărcării şi în cantitate sporită. Se reaminteşte că transformările care se petrec prin electroliză, în cazul de faţă prin electroliza apei din soluţia de acid sulfuric a electrolitului, depind de valoarea curentului care străbate elementul.

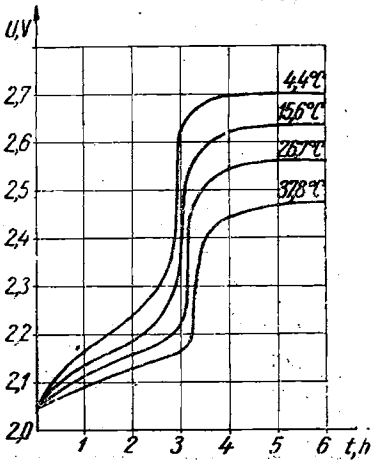


Fig. 25. Variaţia tensiunii acumulatorului în funcţie de temperatură, în faza finală de încărcare.

Îndată după întreruperea încărcării, electroliza apei încetează. Difuziunea, ca fenomen independent de curentul care trece prin element, continuă, iar tensiunea la bornele elementului se restabileşte la valoarea corespunzătoare concentraţiei electrolitului din vas (fig. 24).

La încărcarea acumulatorului, tensiunea scade cu creşterea temperaturii: la temperaturi mai ridicate, rezistenţa electrolitului fiind mai mică, căderea de tensiune este şi ea mai mică, iar tensiunea la borne, conform formulei $U=E+rI$, scade. În mod special această scădere de tensiune se remarcă în faza iniţială şi în faza finală a încărcării cu un curent mare (fig. 25).

Variaţia tensiunii la sfîrşitul încărcării, în funcţie de valoarea curentului şi de temperatură este caracterizată de curbele din fig. 26, pentru curenţii cuprinşi între 10% şi 100% din valoarea corespunzătoare capacităţii în regimul de 8 h şi pentru temperaturile care se întîlnesc în mod obişnuit în exploatare, adică între —1,1 °C şi +43,4 °C.

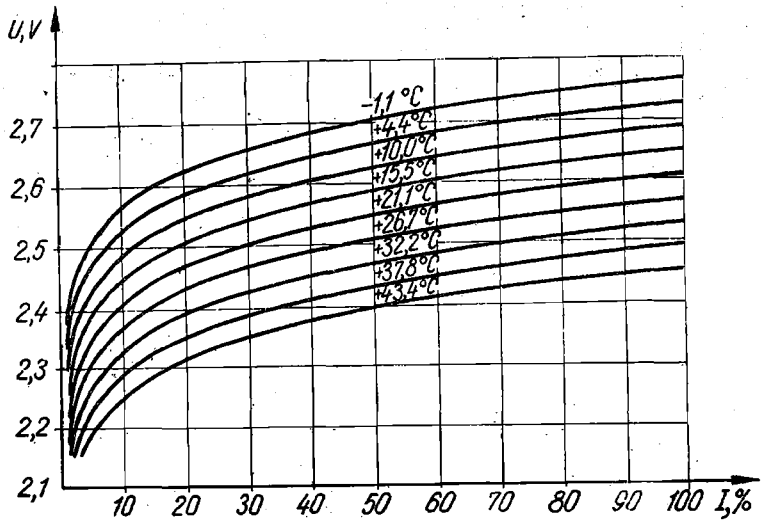


Fig. 26. Variaţia tensiunii acumulatorului în faza finală de încărcare, în funcţie de temperatură şi de valoarea curentului.

Tensiunea de descărcare-încărcare-descărcare. Trecerea bruscă de la descărcare la încărcare şi din nou la descărcare face ca tensiunea la bornele acumulatorului să varieze aşa cum este arătat în fig. 27.

In momentul cînd descărcarea este întreruptă şi se trece brusc la încărcare (*b*) electrolitul din porii materiei active fiind mai diluat decît electrolitul din vas, diferenţa tensiunilor între punctele *b* şi *c* are valori mai mici decît dacă difuziunea ar fi acţionat aşa cum acţionează în mod obişnuit, cînd se începe încărcarea după o pauză de cîteva minute. La trecerea bruscă la descărcare (*c*), electrolitul din pori este mai concentrat decît

electrolitul din vas şi scăderea tensiunii este mai lentă decît la descărcarea obişnuită. Fenomenul observat este mai accentuat la valori mari ale curentului.

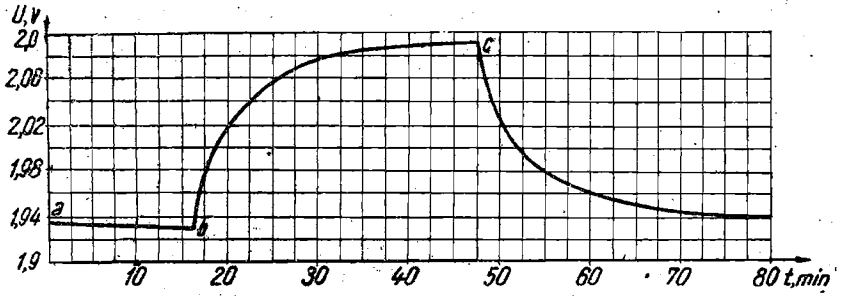


Fig. 27. Variaţia tensiunii la trecerea bruscă de la descărcare la încărcare şi iar la descărcare.

1.2.2. *Rezistenţa electrică interioară*

Rezistenţa electrică a unui element se compune din rezistenţele pieselor aflate în circuitul curentului şi anume: rezistenţa plăcilor, a electrolitului şi a separatoarelor. În plus, la baterii se adaugă şi rezistenţa legăturilor dintre elemente.

Rezistenţa interioară este foarte mică şi la curenţi mici poate fi neglijată. La curenţi mari, se obţin însă căderi de tensiune mari care trebuie luate în considerare. Rezistenţa interioară variază în limite foarte largi, de la 0,1 pînă la 0,0001 Ω.

Astfel, elementele de acumulatoare pentru radio pot avea o rezistenţă ohmică interioară de 0,1 Ω, elementele staţionare mici de 0,006—0,007 Ω, iar cele mari de 0,0006—0,0007 Ω. Acumulatoarele mari, de tracţiune, pot avea o rezistenţă de 0,0001 Ω.

Tabela 4

Repartizarea rezistenţei interioare pe piesele componente ale elementului

Tipul elementului	Rezistenţa, în Ω				Rezistenţa, în % din rezistenţa interioară totală		
	Electrolit	Plăci	Separatoare	Total	Electrolit	Plăci	Separatoare
L3	0,000737	0,000211	0,000237	0,001185	62	18	20
L6	0,000372	0,000233	0,000119	0,000724	51	32	17

În tabela 4 este arătat cum se repartizează rezistența interioară pe piesele componente, în cazul a două elemente staționare de tip L3 și L6 (STAS 445-52). Se observă că rezistența electrolitului are valoarea cea mai mare.

Rezistența plăcilor, după descărcarea completă a elementului, este de trei ori mai mare decît rezistența plăcilor elementului încărcat. Aceasta se datorește faptului că sulfatul de plumb care se formează pe plăcile elementului descărcat este rău conducător de electricitate. Plăcile cu oxizi raportați au o rezistență mai mare decît plăcile de mare suprafață.

Gazele, care la sfîrșitul încărcării se depun pe plăci sub formă de bule, se comportă ca o rezistență ohmică mărind mult căderea de tensiune.

Rezistența datorită separatoarelor dintre plăci este de circa 0,007 Ω/dm^2.

Rezistența pieselor metalice de legătură între plăci și elemente (punți, borne, legături) este în general mică.

Rezistența metalelor crește cu temperatura, în timp ce rezistența electrolitului scade. Întrucît dintre rezistențele care compun rezistența interioară totală, cea a electrolitului este dominantă, evident că aceasta va determina modul de variație a rezistenței interioare totale cu temperatura. Așa cum s-a arătat, rezistența electrolitului, și deci rezistența interioară totală, scade cînd temperatura crește.

Trebuie observat că atunci cînd îmbinarea prin sudură sau prin înșurubare a pieselor metalice de legătură nu este executată corect, temperatura acestora crește. O dată cu temperatura crește proporțional și căderea de tensiune. Acest fenomen este foarte pronunțat la descărcările de șoc, cînd din cauza creșterii căderii de tensiune se micșorează deosebit de mult tensiunea la bornele acumulatorului.

Deși are o valoare foarte mică, rezistența datorită legăturilor dintre elemente are o importanță deosebită în cazul acumulatoarelor utilizate în tracțiune, întrucît pierderea de putere este proporțională cu pătratul curentului:

$$W = rI^2 \text{ [W]}.$$

La curenți mici, pierderea de putere poate fi neglijată, însă cînd electrocarul sau locomotiva, acționate de motoare alimentate de acumulatoare electrice, sînt supuse la eforturi mari, această pierdere de putere devine foarte mare. Așa cum rezultă din formulă, în tabela 5 este arătat că la o creștere a curentului

de descărcare de 10 ori (450 A față de 45 A) pierderea de putere crește de 100 ori, (de la 2,37 W la 237 W).

Tabela 5

Pierderile de putere în legăturile dintre elemente

Bateria cu 12 elemente (11 legături)	Curentul de descărcare, A	Căderea de tensiune în legături, V	Pierderea de putere, W
	45	0,053	2,37
	90	0,106	9,5
	225	0,264	59,1
	450	0,528	237,0

1.2.3. *Capacitatea*

Cantitatea de electricitate pe care acumulatorul o poate restitui în anumite condiții se numește *capacitate* și se măsoară în amper-ore.

Într-un element, capacitatea plăcilor negative, prin construcția lor, este totdeauna mai mare decît cea a plăcilor pozitive, deoarece ele își pierd mai repede capacitatea. Din această cauză, *capacitatea nominală* a unui element se referă la capacitatea plăcilor pozitive și arată care este cantitatea de electricitate pe care o poate restitui un element într-un anumit regim de descărcare cu curent constant.

Capacitatea unui element este determinată de cantitatea de materie activă formată pe electrozi și cantitatea de acid sulfuric aflată în electrolitul din vas. Aceste cantități însă nu pot fi folosite în întregime.

Capacitatea depinde direct de gradul de sulfatare a plăcilor. La sfîrșitul descărcării, materia activă se transformă la plăcile pozitive într-un amestec de peroxid de plumb cu sulfat de plumb, iar la plăcile negative într-un amestec de plumb spongios cu sulfat de plumb. Admițînd că în cazul unei funcționări normale a elementului, 50% din materia activă participă la reacțiile din elemente — ceea ce constituie limita superioară și corespunde unei sulfatări excesive, — compoziția materiei active transformate este următoarea:

La placa negativă: $Pb = 40{,}6\%$; $PbSO_4 = 59{,}4\%$;
la placa pozitivă: $PbO_2 = 44{,}1\%$; $PbSO_4 = 55{,}9\%$.

În urma experienţelor efectuate s-a observat că la descărcarea în 10 h a acumulatoarelor cu plăci pastate, materia activă participă numai în proporţie de circa 30% la reacţiile din element, cu următoarea compoziţie:

la placa negativă: $Pb = 61,5\%$; $PbSO_4 = 38,5\%$
la placa pozitivă: $PbO_2 = 64,8\%$; $PbSO_4 = 35,2\%$.

Factorii care influenţează tensiunea elementului, influenţează în acelaşi timp şi capacitatea lui. Aceşti factori sînt: cantitatea, grosimea, felul formării şi porozitatea materiei active, concentraţia şi temperatura electrolitului, difuziunea şi valoarea curentului care străbate elementul.

În baza experienţelor efectuate s-a stabilit că la descărcare, materia activă a plăcii negative consumă pentru fiecare amper-oră debitată, 1,48 g de acid sulfuric, în timp ce materia activă a plăcii pozitive consumă 2,18 g de acid sulfuric şi eliberează 0,67 g de apă. La încărcare, invers: materia activă a plăcii negative restituie 1,48 g de acid sulfuric, iar cea a plăcii pozitive 2,18 g de acid sulfuric şi consumă 0,67 g de apă.

Tabela 6

Cantităţile de acid sulfuric necesare în cazul descărcărilor cu diferiţi curenţi

Curentul de descărcare, A	Consumul de H_2SO_4, în g/min:	
	la plăcile negative	la plăcile pozitive
10	2,47	3,63
100	24,7	36,30
1 000	247,0	363,00

Pe baza acestor considerente, cantităţile de acid sulfuric necesare materiei active în cazul curenţilor de descărcare de 10 A, 100 A, sau 1 000 A sînt indicate în tabela 6. Din această tabelă reiese în mod evident rolul şi importanţa fenomenului de difuziune, prin care se asigură deplasarea unor cantităţi însemnate de acid sulfuric în element. De asemenea, rezultă că sulfatarea excesivă este posibilă, aşa cum s-a arătat mai înainte, numai în cazul unor descărcări lente, ceea ce permite totodată obţinerea unei capacităţi mai mari.

Se observă că între cantitatea de acid sulfuric consumat de materia activă a plăcii pozitive şi cantitatea de acid sulfuric consumat de materia activă a plăcii negative există o diferenţă mare. Este necesar deci ca separatoarele dintre plăci să permită o circulaţie mai intensă la plăcile pozitive.

Cantitatea de acid sulfuric preluată de plăci în timpul descărcării este riguros proporţională cu cantitatea de electricitate care a străbătut elementul.

Variaţia concentraţiei electrolitului unui acumulator în timpul încărcării şi descărcării depinde de cantitatea de acid sulfuric monohidrat aflată în electrolit. Aşa cum s-a arătat, la acumulatoarele staţionare, unde dimensiunile de gabarit nu pun probleme deosebite, volumul electrolitului este mai mare decît la acumulatoarele utilizate în tracţiune, unde dimensiunile de gabarit şi greutatea acumulatoarelor au o mare importanţă. Astfel, concentraţiile mai mari ale electroliţilor acumulatoarelor utilizate în tracţiune faţă de concentraţiile acumulatoarelor staţionare se explică prin diferenţa lor de volum. Prin urmare, variaţia concentraţiei electrolitului din momentul începerii descărcării şi pînă la sfîrşitul ei, depinde de construcţia acumulatorului şi este mai mică la acumulatoarele staţionare decît la cele utilizate în tracţiune.

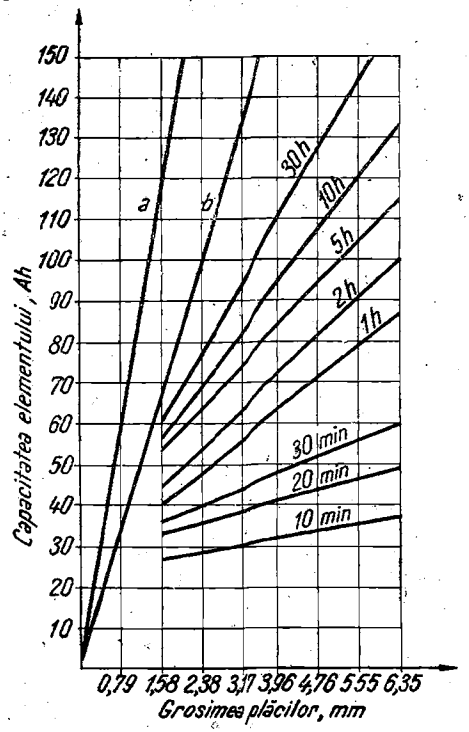


Fig. 28. Influenţa grosimii plăcilor asupra capacităţii elementului, în diferite regimuri de descărcare:
a — limita teoretică; b — limita practică.

Influenţa grosimii plăcilor asupra difuziunii şi a rezistenţei interioare, deci asupra tensiunii şi capacităţii elementului, rezultă din curbele prezentate în fig. 28.

Linia *a* arată limita teoretică a capacității, iar *b* limita practică. Coeficientul de utilizare a materiei active scade cu grosimea plăcilor. Capacitatea crește simțitor cu grosimea plăcilor numai la descărcările lente. La descărcarea în 10 min, pentru plăcile cu grosimea de 1,58 mm și cele cu grosimea de 6,35 mm, diferența de capacitate este de circa 8 Ah. La descărcarea în 30 h diferența aceasta este de 100 Ah, adică 160—60. Pentru un spor de grosime de 400%, capacitatea crește la descărcarea rapidă cu 12%, iar la descărcarea lentă cu 265%.

Capacitatea unui acumulator depinde de valoarea curentului de descărcare (fig. 29).

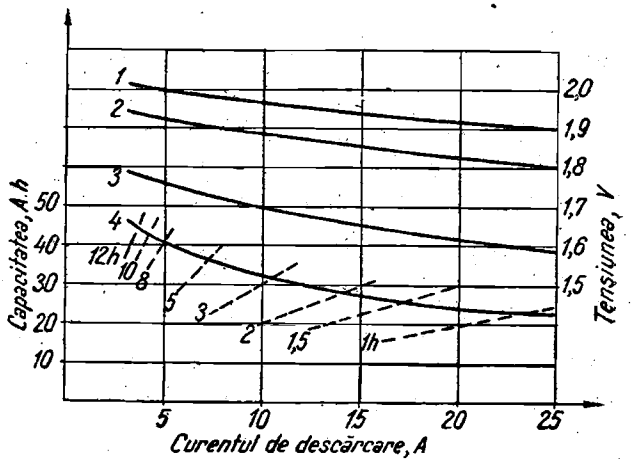


Fig. 29. Capacitatea și tensiunea în funcție de curentul de descărcare:
1 — tensiunea inițială; *2* — tensiunea medie; *3* — tensiunea finală; *4* — capacitatea.

La diferite regimuri de descărcare, capacitatea elementului Ls1 (STAS 445-52) luată ca exemplu are valorile din tabela 7.

Tabela 7

Valorile capacității în funcție de regimul de descărcare

Elementul Ls1 (STAS 445-52)						
Regimul de descărcare, în h	1	2	3	5	7,5	10
Curentul de descărcare, în A	19	12	9	6,2	4,5	3,5
Capacitatea la 25 °C, în Ah	19	24	27	31	34	36

Temperatura la care funcţionează acumulatorul are influenţă asupra greutăţii specifice a electrolitului, asupra vitezei transformărilor, asupra difuziunii, deci asupra tensiunii şi implicit asupra capacităţii acumulatorului. O temperatură ridicată favorizează descărcările rapide (fig. 30). In cazul descărcărilor rapide, la o creştere a temperaturii electrolitului cu un grad îi corespunde o mărire a capacităţii de circa 2%, iar în cazul descărcărilor lente, de circa 1%.

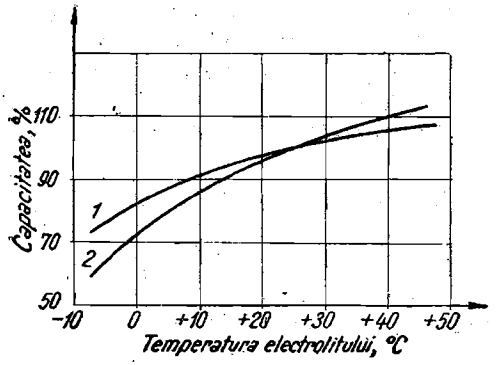


Fig. 30. Capacitatea acumulatorului în funcţie de temperatură (s-a considerat că la temperatura de +25 °C, capacitatea este de 100%).

1 — descărcarea în 6 h; *2* — descărcarea în 1 h.

Pentru determinarea capacităţii corespunzătoare diferitelor temperaturi de funcţionare a acumulatorului este necesar să se aplice o corecţie, adică să se raporteze capacitatea obţinută la diferite temperaturi, la temperatura de referinţă, care în conformitate cu standardele privind acumulatoarele este de +25 °C:

$$C_{25^\circ} = \frac{C_{t^\circ}}{1 + 0{,}008\,(t^\circ - 25)}$$

unde:

C_{25° este capacitatea corespunzătoare temperaturii normale de +25°, la care se referă valorile nominale, în Ah;

C_{t° — capacitatea obţinută la temperatura t °C, în Ah;

t° — temperatura medie a electrolitului în timpul descărcării, în °C;

0,008 — coeficientul de variaţie a capacităţii cu temperatura.

Exemplu. Capacitatea rezultată la descărcarea cu un curent constant este de 110 Ah. Temperatura la începutul descărcării este +38 °C, iar la sfîrşitul descărcării, +34 °C. Valoarea medie a temperaturii este deci 38+34 : 2= =36 °C.

Capacitatea corectată la temperatura normală este

$$C_{25°}=\frac{110}{1+0{,}008\,(34-25)}=102 \text{ Ah.}$$

Capacitatea unui acumulator depinde de starea lui. Astfel, capacitatea iniţială a acumulatorului nou, îndată după punerea sa în funcţiune este mai mică, în general, decît capacitatea nominală, apoi creşte, ajungînd la o valoare maximă, de unde începe să scadă pînă la degradarea completă.

Capacitatea acumulatorului depinde în bună măsură de condiţiile funcţionării din regimul precedent. După o descărcare excesivă efectuată cu curent mic, urmată de o încărcare normală, capacitatea se măreşte; după descărcări parţiale cu curent mare, urmate de încărcări parţiale cu curent mare capacitatea se micşorează. Acest fenomen se explică de asemenea prin efectul sulfatării plăcilor.

Autodescărcarea. Se constată că acumulatorul este supus unei descărcări continue atît în perioadele de încărcare şi descărcare, cît şi în repaus. În perioadele de încărcare şi descărcare, efectele fenomenului amintit pot fi neglijate în exploatare.

Autodescărcarea interesează în mod special în perioada de repaus, deoarece conduce la consumarea inutilă a energiei înmagazinate. Cantitatea de electricitate consumată prin autodescărcare sulfatează plăcile.

Efectul autodescărcării este mai pronunţat la concentraţii şi temperaturi mari. În procesul autodescărcării, plăcile negative sînt solicitate mai mult decît cele pozitive şi de aceea ele sînt supradimensionate.

Autodescărcarea depinzînd de starea bună sau rea a elementului, de scurtcircuitele care se produc între plăci sau între elemente, cum şi de valoarea rezistenţei de izolaţie faţă de pămînt a bateriei, este mai mare la acumulatoarele uzate şi la cele întreţinute insuficient.

Conform prescripţiilor standardizate în R.P.R., autodescărcarea acumulatoarelor umplute cu electrolit şi complet încărcate, aflate în repaus, nu trebuie să depăşească valorile indicate în tabela 8.

Tabela 8

Autodescărcarea

Durata inactivităţii acumulatorului, în zile (de 24 h)	Pierderea admisibilă din încărcare, exprimată în procente din capacitatea corespunzătoare regimului de descărcare în 10 h	
	total	medie zilnică
30	30	1
15	22,5	1,5
6	11,3	1,87
3	6	2

Încercarea la autodescărcare se efectuează pe baza măsurării capacităţii acumulatorului de două ori: prima dată, la ultima descărcare, înainte de a fi lăsat în repaus, iar a doua oară, după repaus, în conformitate cu STAS 443-52 ... 446-52.

Autodescărcarea se determină apoi cu formula:

$$K = \frac{C_1 - C_2}{C_1 \cdot N} 100,$$

unde: K este valoarea autodescărcării în 24 ore, în procente;

C_1 — cantitatea de electricitate obţinută la prima descărcare, în amper-ore;

C_2 — cantitatea de electricitate obţinută la a doua descărcare, după repaus, în Ah;

N — numărul zilelor, a 24 h, de inactivitate a acumulatorului.

1.2.4. *Randamentul*

Eficacitatea funcţionării acumulatorului se urmăreşte pe baza a doi indici; randamentul în ce priveşte cantitatea de electricitate şi randamentul în ce priveşte energia.

Randamentul din punctul de vedere al cantității de electricitate este raportul între cantitatea de electricitate obținută la descărcare și cantitatea de electricitate necesară încărcării complete a acumulatorului, adică

$$\frac{\text{amper-ore descărcate}}{\text{amper-ore încărcate}}.$$

În mod obișnuit valoarea aestui raport este de minimum 0,84.

Randamentul în ce privește cantitatea de electricitate nu arată însă dacă funcționarea acumulatorului este normală, întrucît nu ține seama de tensiunea la bornele acestuia.

Dacă acumulatorul are o capacitate micșorată din diferite cauze, raportul între amper-orele debitate și cele primite se poate păstra aproape de valoarea normală, arătînd un randament mare, deși funcționarea acumulatorului este anormală.

Randamentul în ce privește energia:

$$\frac{\text{wattore descărcate}}{\text{wattore încărcate}}$$

are o valoare minimă de 0,65 și arată posibilitățile reale de utilizare a acumulatorului.

Acumulatorul sulfatat excesiv, avînd tensiunea la borne mai mare decît cea normală la încărcare și mai mică decît cea normală la descărcare, va avea raportul între wattorele descărcate și cele încărcate mai mic decît cel al acumulatorului în stare normală de funcționare. Dacă, de pildă, rezistența interioară se mărește în mod neobișnuit în urma unei sulfatări excesive sau datorită altei cauze, randamentul în ce privește cantitatea de electricitate poate rămîne neschimbat, pe cînd randamentul în ce privește energia se micșorează. Aceasta se explică prin faptul că o dată cu creșterea rezistenței interioare, crește și căderea de tensiune, tensiunea de încărcare devenind mai mare decît cea normală, iar tensiunea de descărcare mai mică decît cea normală.

Calculul randamentului se face efectuîndu-se o încărcare și o descărcare în același regim, conform prescripțiilor STAS 443-52 ... 446-52.

1.2.5. *Durata de funcționare a acumulatoarelor*

Din punct de vedere economic, cea mai importantă caracteristică a unui acumulator este durata sa de funcționare. Aceasta se poate exprima uneori prin numărul de descărcări-

încărcări pe care îl poate realiza acumulatorul, însă valorile obținute sînt aproximative, deoarece un acumulator poate suporta un număr foarte mare de încărcări și descărcări parțiale. Mai precis, ea se exprimă în cicluri de încărcare-descărcare. Un acumulator efectuează un ciclu, cînd după debitarea capacității nominale este din nou încărcat complet, indiferent dacă încărcarea și descărcarea au fost efectuate parțial, în mai multe etape, sau într-o singură etapă.

Numărul de cicluri depinde în primul rînd de construcția acumulatorului. Considerînd că fabricarea și exploatarea acumulatorului s-au făcut în condiții normale, durata obișnuită de funcționare a plăcilor de diferite construcții este următoarea:

plăci pozitive de mare suprafață	800—1 000 cicluri
plăci negative sac	1 500—1 800 cicluri
plăci pozitive tubulare plăci negative pastate, speciale	700— 900 cicluri
plăci pozitive și negative pastate, groase	200— 300 cicluri
plăci pozitive și negative pastate, subțiri	150— 250 cicluri

În cele ce urmează vor fi studiate o serie de fenomene legate de diferitele părți componente ale acumulatorului și care influențează durata de funcționare a acestuia.

Durata de funcționare a plăcilor pozitive. Peroxidul de plumb care se formează la suprafața plăcilor pozitive ajunge la o oarecare grosime, corespunzătoare capacității maxime a acumulatorului. El se prezintă, așa cum s-a mai arătat, sub forma unor cristale. În timpul descărcării acumulatorului, datorită sulfatării, aceste cristale își măresc volumul. La încărcare, peroxidul de plumb se transformă în cristale de dimensiuni mai mici. Descărcările și încărcările următoare transformă peroxidul în cristale din ce în ce mai mici și mai numeroase. Se realizează astfel mărirea capacității acumulatorului, însă cristalele formate nu mai aderă bine la suport. Sub acțiunea bulelor de oxigen care se formează în masa activă în timpul încărcării, cristalele de peroxid se desprind de pe placă.

La început, această acțiune a bulelor de oxigen se produce la suprafața plăcii, unde materia activă este utilizată mai intens; prin căderea unui strat de peroxid de plumb sînt descoperite straturile mai adînci, care la rîndul lor sînt utilizate mai intens. Aceste straturi cad și ele și fenomenul continuă pînă la căderea completă a materiei active a plăcii pozitive.

Aşa cum rezultă din analiza depunerilor care se fac pe fundul vaselor acumulatoarelor în timpul încărcării, materia activă se desprinde şi sub formă de sulfat de plumb.

Mărirea volumului materiei active pozitive datorită trecerii de la peroxid de plumb la sulfat de plumb dă naştere unor eforturi care conduc la deformarea suportului materiei active şi pot provoca perforarea izolaţiei dintre plăci. Eforturile nu sînt uniform repartizate asupra materialului suportului plăcii şi acesta se îndoaie, iar adesea se rupe.

În cazul plăcilor de mare suprafaţă (folosite numai ca plăci pozitive), în locul materiei active desprinse apare plumbul moale al plăcii, care în contact cu electrolitul se transformă în peroxid de plumb. La aceste plăci, cînd stratul de materie activă format este prea gros, el nu aderă suficient şi se desprinde sub formă de solzi.

Suportul în formă de grătar al plăcilor pastate este turnat dintr-un aliaj de plumb cu antimoniu. Antimoniul împiedică suportul să participe la reacţiile din element. Se constată însă că după un anumit timp suportul plăcilor pozitive este peroxidat şi ca urmare subţiat şi rupt, ceea ce arată că el a participat totuşi la reacţiile din timpul încărcării-descărcării. Aceasta se datoreşte neomogenităţii structurii aliajului şi a prezenţei oxizilor de plumb, sub formă de incluziuni mecanice rezultate din turnarea grătarelor. Peroxidarea grătarelor plăcilor pozitive se constată şi la acumulatoarele construite corect, după o funcţionare îndelungată (fig. 31).

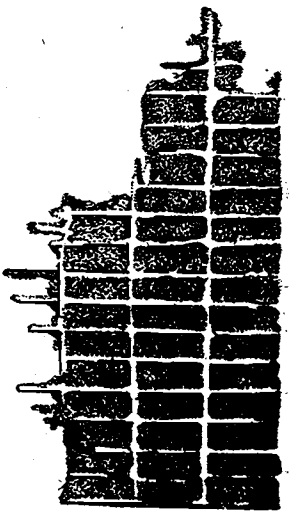


Fig. 31 Placă pozitivă scoasă din uz. Grătarul este peroxidat şi corodat, iar materia activă consumată şi desprinsă.

S-a observat că două plăci pozitive identice formate de fabrica producătoare la temperaturi diferite, au durata de funcţionare diferită. Placa formată la o temperatură mai ridicată are la început o capacitate mai mică, în schimb o durată de funcţionare mai mare.

În exploatarea acumulatoarelor s-a putut constata un fapt similar : cînd plăcile pozitive funcţionează la o temperatură mai

ridicată ele au o durată de funcţionare mai mare: se presupune că la temperaturi mai ridicate se formează cristale mai mari de peroxid de plumb.

Plăcile de mare suprafaţă au o durată mare de funcţionare, deoarece din plumbul suportului se formează în continuu peroxid de plumb.

Plăcile tubulare (blindate), folosite de asemenea numai ca plăci pozitive au o durată mare de funcţionare, datorită cantităţii mari de materie activă pe care o conţin, cum şi construcţiei lor, care împiedică mult căderea materiei active.

Plăcile grătar pastate, groase, durează mai mult decît cele subţiri, deoarece, aşa cum s-a arătat, la plăcile groase materia activă se poate reînnoi de mai multe ori. Plăcile mai groase au însă o capacitate specifică (Ah/kg) mai mică decît cele subţiri.

In concluzie, degradarea plăcilor pozitive se datoreşte pierderii continue a peroxidului de plumb. Capacitatea plăcilor de mare suprafaţă şi a celor blindate, la început creşte apoi se menţine constantă multă vreme. Capacitatea plăcilor pastate creşte de asemenea la început, iar apoi scade continuu.

La plăcile pastate, durata de funcţionare depinde foarte mult de porozitatea materiei active. Cînd aceasta este foarte poroasă, capacitatea este mare, iar durata de funcţionare mică.

Incărcarea necontrolată cu curent foarte mare, de 2—3 ori curentul normal şi supraîncărcările scurtează durata de funcţionare a plăcilor pozitive, deoarece accelerează desprinderea peroxidului de plumb.

La descărcarea cu curenţi mici, sulfatarea materiei active este mai pronunţată, iar plăcile pozitive se degradează mai repede, decît la descărcările cu curenţi mai mari. Evident, nu se are în vedere curenţi excesivi de mari.

Durata de funcţionare a plăcilor pozitive se măreşte în cazul descărcărilor şi al încărcărilor parţiale.

Plăcile pozitive pastate cu grătare, cu faguri mici şi dese au un coeficient de utilizare a plăcii redus, dar o durată de funcţionare mai mare decît cele cu grătare cu faguri mari.

Prin *coeficient de utilizare* a plăcilor se înţelege raportul dintre greutatea materiei active şi greutatea grătarului.

Durata de funcţionare a plăcilor negative. In exploatare, materia activă de pe placa negativă nu se desprinde ca cea de

pe placa pozitivă. După o funcționare îndelungată, greutatea plăcilor negative nu se schimbă, cu excepția unor cazuri particulare care vor fi arătate în cele ce urmează.

Contrar fenomenului care se petrece la placa pozitivă în cursul exploatării, materia activă de pe placa negativă devine tot mai compactă. Aceasta se poate constata cu ajutorul unui ac; la începutul punerii în funcțiune a acumulatorului acul pătrunde cu ușurință prin pasta plăcii, iar după un număr de descărcări-încărcări pătrunde tot mai greu.

Porozitatea materiei active negative este asigurată prin adăugarea la fabricare, de negru de fum și sulfat de bariu. În consecință ea suportă fără să se desprindă, variația de volum datorită sulfatării.

Compactarea sau așa-numita plumbuire este rezultatul transformării materiei active de pe placa negativă la încărcare și descărcare.

Trecerea de la plumb metalic spongios la sulfat de plumb în timpul descărcării se face cu o mărire de volum a materiei active. La încărcarea următoare, revenirea la volumul inițial al materiei active conduce la micșorarea porozității acesteia.

În timpul funcționării acumulatorului, compactarea se mărește continuu și din această cauză materia activă crapă, capătă un joc în fagurile grătarului, capacitatea ei scade mereu, iar rezistența interioară crește. În general, plăcile negative la care capacitatea nu scade, după un număr de încărcări-descărcări încep să se umfle.

Compactarea este mai mare cînd se întrebuințează un electrolit cu o concentrație mai mare.

Ca și plăcile pozitive, plăcile negative au o durată mai mare de funcționare dacă descărcările sînt parțiale. Plăcile negative nu suportă bine descărcările prea intense și din această cauză micșorarea capacității lor este sporită cînd curenții de încărcare-descărcare sînt mari.

Acțiuni dăunătoare ale reacțiilor chimice și electrochimice din acumulatoare. Considerațiile făcute asupra autodescărcării și duratei de funcționare a acumulatoarelor au arătat succint și caracterul dăunător al reacțiilor chimice și electrochimice care se petrec în acumulator, în dauna funcționării lui. Aceste acțiuni sînt provocate de f.e.m. care ia naștere între porțiunile

învecinate ale aceleiaşi plăci, aflate în condiţii diferite de oxidare sau din cauza impurităţilor. Cînd materia activă a plăcilor pozitive şi negative pastate este distribuită neuniform pe suprafaţa grătarului, are o densitate neomogenă, sau este în contact imperfect cu grătarul pe o anumită porţiune, se creează aşa-numitele elemente locale, care generînd curenţi electrici de egalizare produc sulfatul de plumb.

Efectele curenţilor de egalizare se manifestă prin pierdere din cantitatea de electricitate primită de acumulator la încărcare, adică prin autodescărcare şi prin micşorarea duratei de funcţionare a acumulatorului.

Placa pozitivă de mare suprafaţă cufundată în electrolitul acumulatorului este la rîndul său un element constituit din plumbul moale al plăcii şi peroxidul de plumb format pe ea. Acest element galvanic produce un curent electric care circulă prin placă, sulfatînd plumbul moale şi peroxidul de plumb la suprafaţa lor de contact. La încărcare acest sulfat se transformă, în prezenţa electrolitului, în peroxid de plumb, contribuind la mărirea capacităţii plăcii. Cînd stratul de peroxid de plumb a ajuns la o grosime mai mare, difuziunea este încetinită şi fenomenul descris nu mai prezintă o importanţă mare. Placa pozitivă cu oxizi raportaţi, avînd grătarul din plumb antimonios este afectată într-o măsură neînsemnată de acest fenomen.

Placa negativă, din pricina porozităţii foarte mari a plumbului spongios, reacţionează direct cu acidul sulfuric al electrolitului, sulfatîndu-se. Acţiunea datorită curenţilor de egalizare este cu atît mai mare, cu cît electrolitul este mai concentrat. Ea este mai mică la plăcile groase, scade cînd se micşorează porozitatea materiei active şi creşte mult în cazul temperaturilor ridicate.

Cînd încărcarea se face cu un curent prea mare, concentraţia acidului sulfuric din porii materiei active este mare. Ca urmare a sulfatării rezultate la descărcarea precedentă, difuziunea este împiedicată şi acidul din pori atacă plumbul spongios al plăcii negative pe care îl sulfatează mai mult, accentuînd în felul acesta starea de descărcare a acumulatorului.

Diferenţa de concentraţie a acidului din vas creează de asemenea f.e.m. şi deci curenţi de egalizare.

Plăcile acumulatorului trebuie să fie în întregime cufundate în electrolit. Cînd nivelul electrolitului scade, plăcile sînt

supuse acțiunii aerului și se creează astfel stări diferite între porțiunile de placă rămase deasupra nivelului electrolitului și cele din electrolit. După completarea electrolitului și acoperirea completă a plăcilor, suprafețele care au fost expuse acțiunii aerului funcționează diferit, creînd curenți de egalizare care corodează plăcile.

Efectul impurităților. Fenomenele descrise, constînd în crearea de elemente galvanice de către suportul plăcilor, materia activă și electrolit se întîlnesc la orice acumulator. Sînt însă fenomene asemănătoare cu efecte mai mari, datorite diferitelor impurități care au pătruns sub o formă oarecare în element.

Impuritățile se pot introduce cu ocazia fabricării acumulatoarelor sau în exploatare. Apa de completare a electrolitului, acidul sulfuric și mediul înconjurător, pot fi surse de impurificare a acumulatorului. De aceea, puritatea materiilor prime și a celor auxiliare este una din condițiile de bază în fabricarea și exploatarea acumulatorului. Unele impurități acționează numai asupra plăcilor negative, sau numai asupra celor pozitive, iar altele asupra ambelor feluri de plăci.

În fig. 32 este arătat un grup de plăci distrus de impuritățile din electrolit.

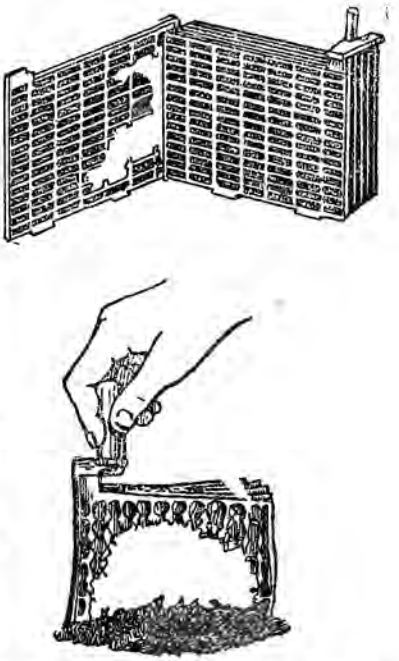


Fig. 32. Grup de plăci distrus de impuritățile din electrolit.

Impuritățile cele mai dăunătoare plăcilor negative sînt cele provenite din metale. Astfel, bismutul, arseniul și antimoniul provoacă sulfatări intense, cuprul și staniul, mijlocii, iar zincul, slabe. Antimoniul, în special, are o acțiune de accelerare a sulfatării. În anumite condiții, antimoniul grătarelor plăcilor pozitive se poate depune pe plăcile negative, creînd astfel elemente galvanice și deci curenți de egalizare.

Principalele impurități dăunătoare plăcilor pozitive sînt substanțele aduse de lemnul separatoarelor dintre plăci. Acidul acetic produs de separatoarele de lemn, cînd acestea nu sînt tratate în mod corespunzător, atacă plumbul în timpul încărcării (în timpul descărcării nu exercită o influență însemnată). Acțiunea acidului acetic este puternică. O cantitate mică de acid acetic poate avea efecte foarte mari.

Alcoolul nu este dăunător ca atare, însă transformîndu-se în acid acetic în timpul încărcării, devine periculos.

Dintre impuritățile dăunătoare atît plăcilor pozitive cît și celor negative, cele mai frecvent întîlnite sînt provenite din compușii fierului.

Acidul clorhidric ca și acidul azotic atacă plumbul spongios al plăcilor negative și peroxidul de plumb al plăcilor pozitive. De asemenea, amoniacul poate avea efecte dăunătoare asupra plăcilor pozitive și negative.

Este important de reținut că acțiunea simultană a mai multor impurități prezente în element poate depăși suma efectelor parțiale ale acestora. Cuprul, de pildă, este mult mai activ în prezența altor impurități decît singur.

Acțiunea curenților de egalizare este în general mai pronunțată la plăcile negative decît la cele pozitive.

La fabricarea acumulatoarelor se ține seama de cele menționate mai înainte, întrebuințîndu-se materiale corespunzătoare. În exploatare însă, adeseori, electrolitul poate absorbi din mediul înconjurător substanțe dăunătoare sub formă de praf, fum, vapori sau gaze, împotriva cărora trebuie luate măsurile cuvenite.

1.3. **Modul de utilizare și sortimentele acumulatoarelor. Domeniile de utilizare și criterii de alegere a acumulatoarelor cu plăci de plumb**

Acumulatoarele pot fi utilizate în exploatare fie ca sursă unică de energie electrică, în încărcare-descărcare, fie în paralel cu un generator de curent continuu.

Utilizarea acumulatorului în încărcare-descărcare. Acumulatorul este încărcat de o instalație și este utilizat de altă

instalaţie, unde acesta debitează cantitatea de electricitate primită la încărcare. După descărcare, este din nou pus la încărcat. Astfel sînt utilizate acumulatoarele laboratoarelor, lămpilor portative, electrocarelor, locomotivelor electrice etc.

Utilizarea acumulatoarelor în „tampon". Bateria de acumulatoare este cuplată în paralel cu generatorul de curent continuu. Cînd sarcina instalaţiei alimentate depăşeşte puterea generatorului, bateria se descarcă. In restul timpului ea este încărcată continuu de generator.

La autovehicule, bateria cuplată în paralel cu generatorul menţine variaţia tensiunii în instalaţia electrică în limitele admisibile, indiferent de turaţia motorului termic.

In repaus, motorul termic fiind oprit, acumulatorul este unica sursă de alimentare a instalaţiei electrice. De asemenea el serveşte şi la pornirea motorului termic. După punerea în funcţiune a motorului bateria lucrează în „tampon".

Utilizarea în „tampon", descrisă, este caracteristică şi pentru acumulatoarele navelor mici şi ale instalaţiilor alimentate de un grup electrogen propriu; în orele cînd consumul este maxim, bateria alimentează în paralel cu generatorul şi este încărcată cînd sarcina scade; după oprirea grupului electrogen, bateria se descarcă singură; la punerea în funcţiune a grupului electrogen, ea este din nou încărcată.

Utilizarea în încărcare permanentă. Instalaţiile centralelor electrice moderne folosesc bateriile de acumulatoare, numai pentru alimentarea circuitelor de comandă, control şi auxiliare.

Bateria este cuplată în paralel cu generatorul de curent continuu, capabil să acopere în orice moment consumul de energie fără să fie ajutat de baterie. Bateria preia sarcina generatorului atunci cînd acesta suferă vreo avarie, sau cînd, din diferite motive, este oprit pe un interval relativ mic de timp. După eliminarea avariei, generatorul este din nou cuplat în paralel cu bateria, preluînd toată sarcina asupra sa. Incărcarea cu un curent corespunzător descărcării bateriei este permanentă pînă la o nouă avarie a generatorului.

Sortimentele de acumulatoare fabricate în mod curent au fost grupate în funcţie de utilizare şi deci de construcţia lor care depinde de această utilizare, astfel:

— acumulatoare pentru centrale telefonice mici, staţii telegrafice, laboratoare de încercări, aparate medicale, aparate de radio şi iluminat de siguranţă de putere mică (pentru simboluri STAS 443-52) ;

— acumulatoare pentru echipamentele electrice ale automobilelor, autocamioanelor şi motocicletelor (pentru simboluri v. STAS 443-52) ;

— acumulatoare pentru alimentarea instalaţiilor electrice ale centralelor producătoare de energie electrică, ale staţiilor de transformare, cum şi cele ale staţiilor de manevră, siguranţă, control de trafic al căilor ferate (pentru simboluri v. STAS 445-52) ;

— acumulatoare pentru echipamentele electrice de tracţiune (electrocare, locomotive) şi iluminatul vagoanelor de cale ferată (pentru simboluri, v. STAS 446-52).

In continuare vor fi descrise caracteristicile acestor acumulatoare. Se menţionează că prin baterie de acumulator se înţelege două sau mai multe elemente, legate electric între ele (de obicei în serie) şi care funcţionează împreună.

Bateriile care alimentează instalaţiile electrice de comandă control etc. ale centralelor şi staţiilor de transformare au o durată foarte mare de funcţionare, ele folosind aproape întotdeauna plăci pozitive de mare suprafaţă şi plăci negative sac. Greutatea mare a elementelor (plăcile fiind grele şi electrolitul în cantitate mare), cum şi faptul că vasul este din sticlă suflată, cu pereţi subţiri, fără nervuri de întărire, obligă ca transportul acestor acumulatoare să se facă în piese detaşate, urmînd ca montarea, întreţinerea şi repararea lor să se facă la locul de utilizare. De aceea aceste acumulatoare se numesc staţionare. Un avantaj deosebit al acestei construcţii este uşurinţa cu care se face controlul stării acumulatorului, plăcile fiind vizibile prin vasul de sticlă. Reparaţiile, de asemenea, sînt uşor de executat.

Construcţia acumulatoarelor care pot fi transportate, gata asamblate sau chiar în stare de funcţiune, diferă de construcţia celor staţionare doar prin montajul lor, care în acest caz solidarizează grupul de plăci cu vasul elementului. Toate elementele transportabile au plăcile sprijinite direct pe fundul vasului sau prin piese intermediare, ceea ce îngăduie înclinarea şi deplasarea elementului complet montat. Caracteristicile electrice, capacitatea, durata de funcţionare etc. depind de felul

plăcilor utilizate: cu plăci de mare suprafață, tubulare și sac se obțin capacități specifice mai mici, în schimb o durată de funcționare mai mare; cu plăci pastate subțiri, se obțin capacități specifice mari, curenți de descărcare foarte mari (de șoc) dar durată de utilizare mai mică. Volumul electrolitului, indiferent de felul plăcilor utilizate este mai redus decît la acumulatoarele staționare.

Bateriile pentru pornirea motoarelor automobilelor, autocamioanelor, cum și cele pentru acționarea motoarelor electrocarelor și locomotivelor electrice sînt construite din elemente transportabile grupate în cutii. Astfel, bateriile pot fi înlocuite pentru încărcare și reparații sau ținute în rezervă.

1.3.1. *Acumulatoare pentru telecomunicații, laboratoare, aparate medicale, aparate de radio și iluminat de siguranță de putere redusă*

Aceste acumulatoare sînt montate în vase de sticlă. Unele vase se închid cu capace de ebonită, etanșate cu bitum. Se folosesc plăci de mare suprafață și sac, sau plăci pastate, groase de 3 pînă la 20 mm. În general nu au separatoare, distanța dintre plăci fiind suficient de mare. Eventualele atingeri între plăci sînt împiedicate, în condiții normale de exploatare, de nervurile anume prevăzute pe pereții interiori ai vasului. Elementele etanș închise, se montează în cutii de lemn cu mînere, cu ajutorul cărora se transportă la stația de încărcare. Ele sînt utilizate în încărcare-descărcare. Capacitățile lor au valori mijlocii și mici; cea mai mare valoare a curentului este obținută la descărcarea în 3 h. Au o durată de funcționare medie și greutatea specifică a electrolitului de 1,20 pînă la 1,22 g/cm^3.

Din această categorie, conform prescripțiilor STAS 443-52 se construiesc acumulatoarele de tipurile Go, Le și Wn. Elementele Go14 au plăcile pozitive de mare suprafață iar cele negative pastate, groase. Elementele Le și Wn au plăcile pastate, groase.

Dimensiunile plăcilor, greutatea lor, numărul de plăci montate în element și simbolul lor se găsesc în tabela 9, iar gabaritul și greutatea elementelor în tabela 10.

Tabela 9

Caracteristicile generale ale plăcilor

Tipul plăcii		Capacitatea la 10 ore, Ah	Înălțimea fără urechi, mm	Lățimea, mm	Grosimea, mm	Greutatea, kg
ZO30	+	22	128	133	10,5	1,28
	−1/1		133	133	8,5	0,86
	−1/2		133	133	5	0,61
ZO40	+	30	175	133	10,5	1,64
	−1/1		175	133	8,5	1,21
	−1/2		175	133	5	0,78
GO14	+	10	100	102	8,5	0,6
	−		108	112	4,5	0,34
Le	+	12	105	105	5	0,36
	−		105	105	4	0,28
Wn1	+	0,7	30	33	3	0,036
	−		30	33	4,2	0,036
Wn2	+	1,3	60	33	3	0,068
	−		60	33	4,2	0,068

Tabela 10

Caracteristicile generale ale elementelor

Tipul plăcii	Tipul acumulatorului	Dimensiunile exterioare, mm			Numărul plăcilor			Greutatea medie, kg	
		Înălțimea	Lățimea	Lungimea	+	−1/1	−1/2	Fără electrolit	Cu electrolit
ZO30	I ZO30	225	163	55	1	—	2	4	5,3
	II ZO30	225	163	88	2	1	2	6,9	9,1
ZO40	I ZO40	270	163	53	1	—	2	5,2	7,2
	II ZO40	270	163	88	2	1	2	8,6	11,1
	III ZO40	271	163	125	3	2	2	12,6	16,6
	IV ZO40	271	163	159	4	3	2	16,8	21,8
	V ZO40	271	163	192	5	4	2	21,5	27,5
GO14	I DGO14	190	130	104	2	4	—	5,5	6,5

Tabela 10 (continuare)

Tipul plăcii	Tipul acumulatorului	Dimensiunile exterioare, mm			Numărul plăcilor			Greutatea medie, kg	
		Înălțimea	Lățimea	Lungimea	+	—1/1	—1/2	Fără electrolit	Cu electrolit
Le	Le1	170	123	45	1	2	—	2	2,44
	Le2	170	123	74	2	3	—	3,35	4,11
	Le3	170	123	94	3	4	—	3,95	5,05
	Le4	170	123	125	4	5	—	5	6,8
	DLe1	170	123	84	2	4	—	4	5
	DLe2	170	123	136	4	6	—	6	7,5
Wn1	5 Wn1	94	52	112	5	5	—	0,75	0,82
Wn2	5 Wn2	130	52	112	5	5	—	1,4	1,6

Tabela 11

Valorile curenților de descărcare și de încărcare

Tipul acumulatorului	Curentul maxim de descărcare, în A					Curentul normal de încărcare, A
	Regimul de descărcare, în h					
	1	2	3	5	10	
I ZO30 . . .	10	7	5,5	3,7	2,2	5,5
II ZO30 . . .	20	14	11	7,5	4,4	11
I ZO40 . . .	14	9,25	7,3	5	3	7,3
II ZO40 . . .	28	18,5	14,6	10	6	14,6
III ZO40 . . .	42	27,5	22	15	9	22
IV ZO40 . . .	56	37	29,3	20	12	29
V ZO40 . . .	70	46	36,6	25	15	37
I DGO14 . .	—	—	—	—	1	2,2
Le1	—	—	—	—	1,2	1,2
Le2	—	—	—	—	2,4	2,4
Le3	—	—	—	—	3,6	3,6
Le4	—	—	—	—	4,8	4,8
DLe1	—	—	—	—	1,2	1,2
DLe2	—	—	—	—	2,4	2,4
5 Wn1	—	—	—	—	0,07	0,07
5 Wn2	—	—	—	—	0,13	0,13

Valoarea curentului de descărcare și de încărcare pentru regimurile normale sînt indicate în tabela 11.

Tensiunile limită de descărcare la bornele elementului sînt indicate în tabela 12.

Tabela 12

Tensiunea limită la descărcare

Tipul acumulatorului	Tensiunea minimă pe element, în V				
	Regimul de descărcare, în h				
	1	2	3	5	10
ZO30, ZO40 . .	1,75	1,75	1,8	1,8	1,83
Le, GO14, Wn	—	—	—	—	1,83

În fig. 33 şi fig. 34 sînt reprezentate două acumulatoare din această categorie.

1.3.2. *Acumulatoare pentru autovehicule şi avioane*

Fiind transportabile, bateriile sînt asamblate în vase de ebonită, cu capace profilate, etanşate cu bitum. Vasele pot avea o singură celulă, trei sau şase celule presate într-un corp comun, denumit monobloc de ebonită.

Bateriile se montează în cutii de lemn, cu mînere pentru ridicare şi transport. Bateriile în monobloc de ebonită nu au nevoie de cutii de lemn, decît în cazuri excepţionale. Plăcile cu grătar pastat, subţiri de 2,4—3 mm, sau foarte subţiri, de 1,8—2,4 mm, se izolează cu separatoare din diferite materiale: ebonită, vată de sticlă, policlorură de vinil sau planşete de lemn netede sau riglate. Sînt utilizate în tampon şi în încărcare-descărcare.

Pornirea automată a motorului termic şi alimentarea aprinderii la pornirea lui, iluminatul electric în timpul opririi motorului, menţinerea tensiunii la valoarea normală la diferite turaţii ale motorului, toate sînt asigurate de baterie.

Bateriile din această categorie sînt de capacităţi mijlocii, construite pentru descărcările de şoc necesare pornirii automate a motoarelor termice. Durata lor de funcţionare este mai mică decît a celor din toate celelalte grupe. Au electrolit puţin, de concentraţie mare (1,24—1,30 g/cm^3).

Datele privind fabricarea şi exploatarea acestor acumulatoare sînt cuprinse în STAS 444-52. Plăcile sînt de patru mă-

Fig. 33. Baterie pentru telecomunicaţii cu plăci grătar, pastate.

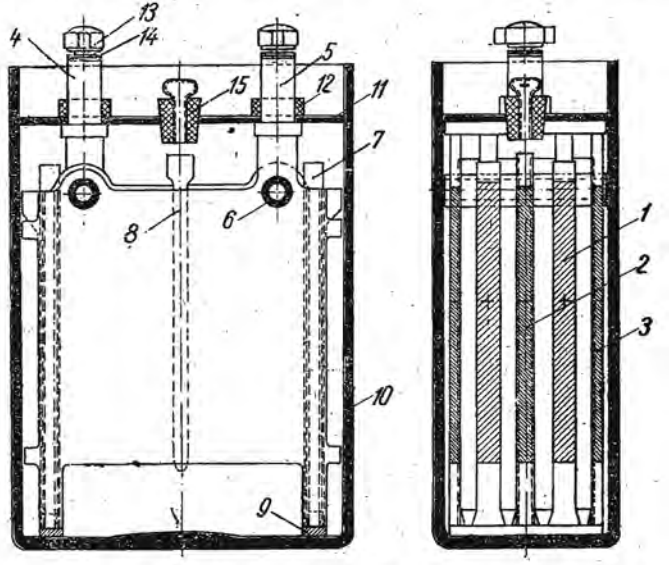


Fig. 34. Element de acumulator pentru telecomunicaţii, cu plăci pozitive de mare suprafaţă şi plăci negative sac:

1 — placă pozitivă ; *2* — placă negativă de mijloc ; *3* — placă negativă de margine ; *4* — bornă pozitivă ; *5* — bornă negativă ; *6* — tub de sticlă pentru susţinerea plăcilor ; *7* şi *8* — tuburi izolatoare de sticlă ; *9* — legătura dintre picioarele plăcilor negative ; *10* — vas de sticlă ; *11* — capac de ebonită ; *12* — bucşe de porţelan ; *13* — şuruburi de bronz încorporate în bachelită ; *14* — şaibe ; *15* — dop cu gaură de ventilaţie.

rimi : E, Df, Cf şi F, dintre care pentru motociclete sînt utilizate numai cele de mărimea F. La motociclete, elementele au două sau trei plăci pozitive, iar la automobile 6, 7, 8 sau 10 plăci pozitive. Bateriile sînt alcătuite din 3 sau 6 elemente înseriate, cu tensiuni de 6 şi respectiv 12 V.

Caracteristicile generale şi electrice ale bateriilor şi plăcilor sînt date în tabelele 13, 14 şi 15.

Tabela 13

Plăci pentru acumulatoarele autovehiculelor

Tipul plăcii	Capacitatea în amper-ore, la regimul de descărcare în 10 h	Înălţimea, mm	Lăţimea, mm	Grosimea, mm	Greutatea, kg
E	15	135	143	3	0,36
Df	12,5	125	143	2,4	0,25
Cf	11	105	143	2,4	0,22
F	3,5	85	68	2,4	0,09

Tabela 14

Caracteristicile generale ale acumulatoarelor autovehiculelor

Tipul bateriei	Dimensiunile exterioare, în mm			Greutatea, în kg	
	Înălţimea	Lăţimea	Lungimea	fără electrolit	cu electrolit
3F2	160	80	90	2,15	2,45
3F3	160	80	120	3	3,40
3Df6	220	175	230	16	18,5
3Cf7	200	180	270	17	19,5
3E6	240	175	260	20,5	24
3E6B	240	105	495	20,5	24
3E7	240	175	295	24	28
3E7B	240	130	510	24	28
3E8	240	175	325	28	34
3E10B	240	135	510	32,8	37,5
6Df4	220	175	310	21	24
6Df5	220	175	365	26	30
6E6hc	240	200	510	40	49
6E7hc	240	200	510	45	55
6E10hc	250	290	520	60	70
6E10m	260	310	520	72	80

Tabela 15

Caracteristicile electrice ale acumulatoarelor autovehiculelor

Tipul bateriei	Tensiunea, V	Capacitatea, în Ah, la temperatura de + 25 °C şi regimul de descărcare de:		Curentul normal, în A		
		10 h	20 h	La descărcarea în 10 h	La descărcarea de şoc în 5 min	De încărcare
3F2	6	7	—	0,7	—	0,4
3F3	6	11	—	1,1	—	0,7
3Df6	6	75	90	7,5	225	5
3Cf7	6	77	95	7,7	231	5
3E6	6	90	120	9	270	6
3E6B	6	90	120	9	270	6
3E7	6	105	140	10,5	315	7
3E7B	6	105	140	10,5	315	7
3E8	6	120	160	12	315	7
3E10B	6	150	200	15	450	10
6Df4	12	50	60	5	150	3
6Df5	12	62,5	75	6,25	187,5	3,5
6E6hc	12	90	120	9	270	6
6E7hc	12	105	140	10,5	315	7
6E10hc	12	150	200	15	450	10
6E10m	12	150	200	15	450	10

Tensiunea cea mai mică la care descărcarea trebuie oprită este de 1,8 V pe element la descărcările lente şi 1,33 V pe element la descărcările de şoc.

În fig. 35 şi 36 sînt arătate acumulatoare din această categorie.

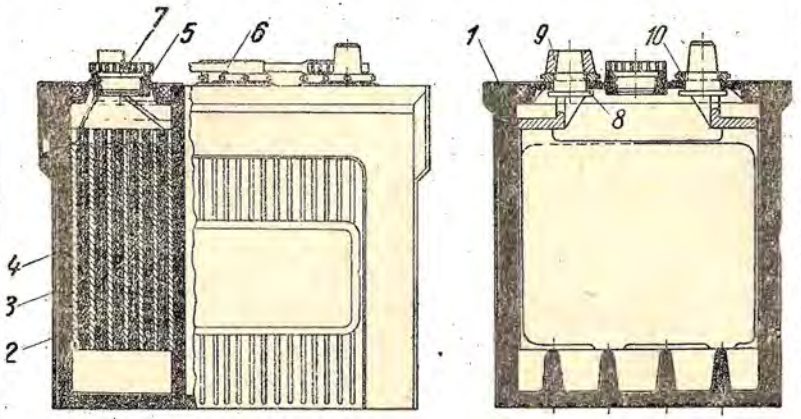


Fig. 35. Baterie de acumulator (6 V) pentru autovehicule:
1 — monobloc de ebonită ; *2* — placă pozitivă ; *3* — placă negativă ; *4* — izolație între plăci, de decelit, cu planșetă de lemn netedă sau planșetă de lemn riglată ; *5* — capac de element ; *6* — legătură de plumb între elemente ; *7* — dop de element ; *8* — punte pentru asamblarea plăcilor de aceeași polaritate ; *9* — bornă cu clemă pentru cablu ; *10* — piuliță pentru etanșare.

Fig. 36. Baterie tip 6E7hC în vase de ebonită grupate în cutie de lemn, pentru autovehicule.

Legătura cu circuitul exterior se face prin colierele cablurilor instalației electrice, strînse cu șuruburi pe bornele conice ale bateriei.

In aviație, acumulatoarele sînt utilizate în aceleași scopuri ca și cele pentru autovehicule. Sînt construite cu plăci grătar pastate, foarte subțiri, în monoblocuri de ebonită, cu 6—12 elemente, închise etanș. Sînt prevăzute cu un dop special pentru ca electrolitul să nu se verse chiar cînd acumulatorul este răsturnat complet.

Din categoria acumulatoarelor utilizate la descărcările de șoc fac parte și bateriile proiectoarelor pentru instantanee fotografice. Acestea au plăci foarte subțiri, separatoare foarte poroase, vase de policlorură de vinil și sînt închise etanș. Debitează curenți de valoare foarte mare, în fracțiuni de secundă.

1.3.3. *Acumulatoare staționare*

Acumulatoarele din această categorie sînt folosite în încărcare-descărcare, tampon și încărcare permanentă în instalații care nu suferă trepidații sau deplasări. Caracteristic pentru aceste baterii sînt capacitățile lor mari.

In cazul utilizării în încărcare permanentă, în scopul micșorării cheltuielilor de investiții, există tendința înlocuirii acumulatoarelor cu plăci pozitive de mare suprafață și negative sac prin acumulatoare avînd plăci grătar pastate, cu grosimea de 5—7 mm, capacități specifice mai mari și gabarite mai mici.

Trebuie însă să se țină seama că la încărcarea cu curent foarte mic a plăcilor cu grătar pastat, așa cum este cazul încărcării permanente, acțiunea curentului este mai pronunțată la suprafața de contact dintre grătar și materia activă, creînd neuniformități de stare a acesteia.

Acumulatoarele staționare sînt fabricate conform prescripțiilor STAS 445-52. Plăcile pozitive de mare suprafață și plăcile negative sac se fabrică în trei mărimi: L1, L2 și L4, ale căror dimensiuni și capacități se găsesc în raportul $^1/_2$, respectiv $^1/_4$ (tabela 16). Izolația dintre plăci este făcută din planșete de lemn, netede, cu bețișoare de lemn pentru întărire.

Tabela 16

Plăci pentru acumulatoare staționare

Tipul plăcii	Capacitatea la + 25 °C, la descărcarea în 10 h	Dimensiunile plăcilor fără urechi, în mm			Greutatea medie, în kg
		Înălțimea	Lățimea	Grosimea	
+		165	168	12	2,76
L1—1/1	36	175	168	8	1,32
—1/2		175	168	8	1,02
+		335	168	12	5,18
L2—1/1	72	345	168	8	2,40
—1/2		345	168	8	1,86
+		355	350	10,5	10,60
L4—1/1	144	365	350	8	5,10
—1/2		365	350	8	3,90

Cantitățile de electrolit din vase sînt mari, greutatea specifică a acestuia variind între 1,2 și 1,225 g/cm³.

Plăcile cu mărimea L1 sînt utilizate în elementele L1—L6 inclusiv. Elementul L6 are șase plăci pozitive L1 și șapte plăci negative, dintre care două plăci sînt negative de margine.

Plăcile L2, de două ori mai mari decît plăcile L1, sînt utilizate în elementele L8—L24. Elementul L24 are 12 plăci pozitive L2, (echivalent cu 24 plăci L1) și 13 plăci negative L2, din care două de margine.

În elementele de la L24 în sus se utilizează plăci L4.

Simbolul L60 indică un element cu 15 plăci pozitive L4 (echivalent cu 60 plăci L1).

Caracteristicile generale și electrice ale elementelor sînt date în tabelele 17, 18 și 19.

Montarea elementelor se face în vase de sticlă (fig. 37) și în vase de lemn căptușite cu plumb (fig-38).

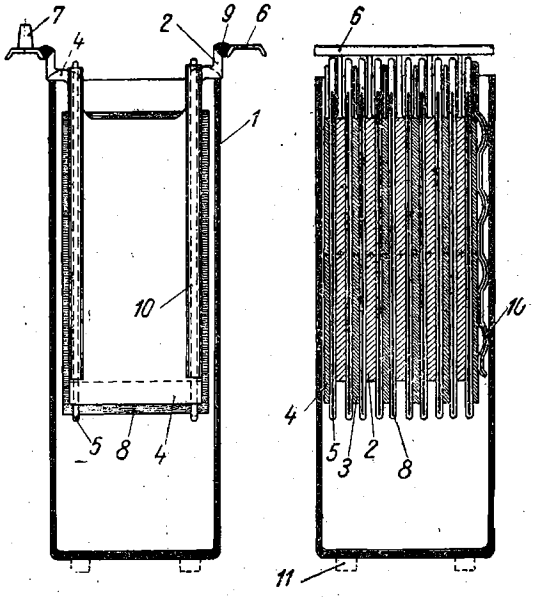


Fig. 37. Element staționar în vas de sticlă :
1 – vas de sticlă ; *2* – placă pozitivă de mare suprafață ; *3* – placă negativă sac, pastată, de mijloc ($^1/_1$) ; *4* – placă negativă sac, pastată, de margine ($^1/_2$) ; *5* – bețișoare de lemn, pentru izolare și întărirea planșetei ; *6* – bară de plumb pentru asamblarea plăcilor de aceeași polaritate ; *7* – bornă ; *8* – planșetă de lemn, pentru izolare între plăci ; *9* – sudura de asamblare a plăcilor ; *10* – arc de plumb antimonios pentru presarea plăcilor ; *11* – izolatoare.

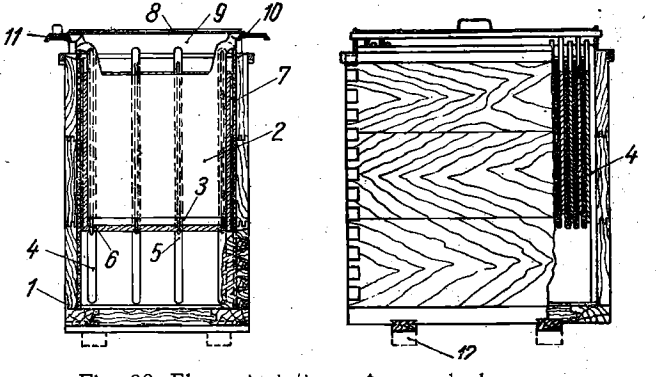


Fig. 38. Element staționar în vas de lemn :
1 – vas de lemn căptușit cu foi de plumb ; *2* – placă pozitivă de mare suprafață ; *3* – placă negativă sac, pastată ; *4* – bețe ovale de margine, pentru presarea plăcilor ; *5* – bețișoare de lemn, pentru izolare și întărirea planșetelor ; *6* – planșetă de lemn netedă ; *7* – geam pentru sprijinirea plăcilor ; *8* – geam pentru acoperirea elementului ; *9* – geam pentru protecția laterală ; *10* – bară de plumb pentru asamblarea plăcilor ; *11* – bornă ; *12* – izolatoare.

Caracteristici generale ale acumulatoarelor staționare

Tipul acumulatorului sau bateriei de acumulatoare		Tipul plăcii	Numărul plăcilor pe acumulator			Dimensiunile exterioare ale vasului, mm			Grosimea pereților și a fundului vasului, mm		Greutatea medie a elementului fără acid, kg	Cantitatea de acid, kg
			pozitive	negative		Înălțimea (cu izolator)	Lungimea	Lățimea	Pereții laterali	Fundul		
				de mijloc	de margine							
L1	Ls1	L_1	1	—	2	355	85	215	6	8	8,5	5
L2	Ls2	L_1	2	1	2	355	120	215	6	8	13,5	7
L3	Ls3	L_1	3	2	2	355	155	215	6	8	18	9
L4	Ls4	L_1	4	3	2	355	200	215	6	8	23	11,5
L5	Ls5	L_1	5	4	2	355	240	215	6	8	28	14
L6	Ls6	L_1	6	5	2	355	280	215	7	8	34	16
L8	Ls8	L_2	4	3	2	645	200	215	7	8	43	21
L10	Ls10	L_2	5	4	2	645	240	215	7	8	52	26
L12	Ls12	L_2	6	5	2	645	280	215	7	8	61	30
L14	Ls14	L_2	7	6	2	645	315	215	7	8	70	35
L16	Ls16	Acumulatoare în două vase { L 8+L 8; L10+L 8; L10+L10; L12+L10; L12+L12; L14+L12; L14+L14 } așezate în lungime la intervale de 20 mm										
L18	Ls18											
L20	Ls20											
L22	Ls22											
L24	Ls24											
L26	Ls26											
L28	Ls28											
L24	Ls24	L_4	6	5	2	755	325	455	25	30	151	69
L28	Ls28	L_4	7	6	2	755	360	455	25	30	169	78
L32	Ls32	L_4	8	7	2	755	395	455	25	30	188	87
L36	Ls36	L_4	9	8	2	755	435	455	25	30	206	96
L40	Ls40	L_4	10	9	2	755	480	465	30	30	226	104
L44	Ls44	L_4	11	10	2	755	515	465	30	30	247	113
L48	Ls43	L_4	12	11	2	760	555	465	30	35	265	122
L52	Ls52	L_4	13	12	2	760	590	465	30	35	286	131
L56	Ls56	L_4	14	13	2	760	630	465	30	35	308	140
L60	Ls60	L_4	15	14	2	760	665	465	30	35	329	149

Tabela 17 (continuare)

Tipul acumulatorului sau bateriei de acumulatoare		Tipul plăcii	Numărul plăcilor pe acumulator			Dimensiunile exterioare ale vasului, mm			Grosimea pereților și a fundului vasului, mm		Greutatea medie a elementului fără acid, kg	Cantitatea de acid, kg
			pozitive	negative		înălțimea (cu izolator)	Lungimea	Lățimea	Pereții laterali	Fundul		
				de mijloc	de margine							
L64	Ls64	L_4	16	15	2	760	700	465	30	35	350	157
L68	Ls68	L_4	17	16	2	760	740	465	30	35	371	166
L72	Ls72	L_4	18	17	2	760	775	465	30	35	393	175
L76	Ls76	L_4	19	18	2	760	815	465	30	35	414	184
L80	Ls80	L_4	20	19	2	760	850	465	30	35	435	193
L84	Ls84	L_4	21	20	2	760	885	465	30	35	456	202
L88	Ls88	L_4	22	21	2	760	925	465	30	35	478	210
L92	Ls92	L_4	23	22	2	760	960	465	30	35	499	219
L96	Ls96	L_4	24	23	2	760	1000	465	30	35	520	228
L100	Ls100	L_4	25	24	2	760	1035	465	30	35	542	237
L104	Ls104	L_4	26	25	2	765	1070	465	30	35	564	246
L108	Ls108	L_4	27	26	2	765	1110	465	30	35	586	255
L112	Ls112	L_4	28	27	2	765	1145	465	30	35	607	264
L116	Ls116	L_4	29	28	2	765	1185	465	30	35	629	272
L120	Ls120	L_4	30	29	2	765	1220	465	30	35	650	281
L124	Ls124	L_4	31	30	2	765	1255	465	30	35	672	290

Abateri limită :

la vasele de sticlă : $\pm$ 4 mm pentru cotele exterioare și grosimea fundului ;

$\pm$ 2 mm pentru grosimea pereților ;

la vasele de lemn : $\pm$ 2 mm pentru cotele exterioare ;

$\pm$ 1 mm pentru grosimea pereților și a fundului.

Observații. În compunerea valorilor indicate în coloana 7 a tabelei 17, înălțimile izolatoarelor sînt următoarele :

L1 ... L6 = 23 mm ; L22 ... L28 = 27 mm

L8 ... L20 = 33 mm ; L32 ... L124 = 35 mm

În cazul vaselor de lemn căptușite cu plumb, dimensiunile date în tabelă sînt ale vasului fără căptușeală.

Tabela 18

Caracteristicile electrice ale elementelor staționare

Tipul acumulatorului	Regimurile de descărcare, în h												Curentul normal de încărcare, A	Tipul vasului
	10		7,5		5		3		2		1			
	C, Ah	I, A	C, Ah	I, A	C, Ah	I, A	C, Ah	I, A	C, Ah	I, A	C, Ah	I, A		
L1	36	3,6	34	4,5	31	6,2	27	9	—	—	—	—	9	SLw1
Ls1	36	3,6	34	4,5	31	6,2	27	9	24	12	19	19	11	
L2	72	7,2	68	9	62	12,5	54	18	—	—	—	—	18	SLw2
Ls2	72	7,2	68	9	62	12,5	54	18	48	24	38	38	22	
L3	108	11	102	13,5	93	18,5	81	27	—	—	—	—	27	SLw3
Ls3	108	11	102	13,5	93	18,5	81	27	72	36	57	57	33	
L4	144	14,5	136	18	124	25	108	36	—	—	—	—	36	SLw4
Ls4	144	14,5	136	18	124	25	108	36	96	48	76	76	44,5	
L5	180	18	170	22,5	155	31	135	45	—	—	—	—	45	SLw5
Ls5	180	18	170	22,5	155	31	135	45	120	60	95	95	55,5	
L6	216	21,5	204	27	186	37	162	54	—	—	—	—	54	SLw6
Ls6	216	21,5	204	27	186	37	162	54	144	72	114	114	66	
L8	288	29	272	36	248	50	216	72	—	—	—	—	72	SLw8
Ls8	288	29	272	36	248	50	216	72	192	96	152	152	89	
L10	360	36	340	45	310	62	270	90	—	—	—	—	90	SLw10
Ls10	360	36	340	45	310	62	270	90	240	120	190	190	111	
L12	432	43	408	54	372	74	324	108	—	—	—	—	108	SLw12
Ls12	432	43	408	54	372	74	324	108	288	144	228	228	133	
L14	504	50	476	63	434	87	378	126	—	—	—	—	126	SLw14
Ls14	504	50	476	63	434	87	378	126	336	168	266	266	155	

L16	576	58	544	78	490	99	432	144	—	—	—	—	144	D	Lw 8
Ls16	576	58	544	78	490	99	432	144	384	192	304	304	177		Lw 8
L18	648	65	612	82	558	112	486	162	—	—	—	—	162	D	Lw10
Ls18	648	65	612	82	558	112	486	162	432	216	342	342	199		Lw 8
L20	720	72	680	91	680	124	540	180	—	—	—	—	180	D	Lw10
Ls20	720	72	680	91	680	124	540	180	480	240	380	380	221		Lw10
L22	792	79	748	100	682	136	594	198	—	—	—	—	198	D	Lw12
Ls22	792	79	748	100	682	136	594	198	528	264	418	418	244		Lw10
L24	864	86	816	109	744	149	648	216	—	—	—	—	216	D	Lw12
Ls24	864	86	816	109	744	149	648	216	576	288	456	456	266		Lw12
L26	936	94	884	118	806	161	702	234	—	—	—	—	234	D	Lw14
Ls26	936	94	884	118	806	161	702	234	624	312	494	494	288		Lw12
L28	1 008	101	952	127	868	174	756	252	—	—	—	—	252	D	Lw14
Ls28	1 008	101	952	127	868	174	756	252	672	336	532	532	310		Lw14
L24	864	86	816	109	744	149	648	216	—	—	—	—	216	PL24	
Ls24	864	86	816	109	744	149	648	216	576	288	456	456	266		
L28	1 008	101	952	127	868	174	756	252	—	—	—	—	252	PL28	
Ls28	1 008	101	952	127	868	174	756	252	672	336	532	532	310		
L32	1 152	115	1 088	145	992	198	864	288	—	—	—	—	288	PL32	
Ls32	1 152	115	1 088	145	992	198	864	288	768	384	608	608	354		
L36	1 296	130	1 224	163	1 116	223	972	324	—	—	—	—	324	PL36	
Ls36	1 296	130	1 224	163	1 116	223	972	324	864	432	684	684	399		
L40	1 440	144	1 360	181	1 240	248	1 080	360	—	—	—	—	360	PL40	
Ls40	1 440	144	1 360	181	1 240	248	1 080	360	960	480	760	760	443		
L44	1 584	158	1 496	199	1 364	273	1 188	396	—	—	—	—	396	PL44	
Ls44	1 584	158	1 496	199	1 364	273	1 188	396	1 056	528	836	836	487		

Tabela 18 (continuare)

Tipul acumulatorului	Regimurile de descărcare, în h												Curentul normal de încărcare, A	Tipul vasului
	10		7,5		5		3		2		1			
	C, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A		
L48	1 728	173	1 632	218	1 488	298	1 296	432	—	—	—	—	432	PL48
Ls48	1 728	173	1 632	218	1 488	298	1 296	432	1 152	576	912	912	531	
L52	1 872	187	1 768	236	1 612	324	1 404	468	—	—	—	—	468	PL52
Ls52	1 872	187	1 768	236	1 612	324	1 404	468	1 248	624	988	988	576	
L56	2 016	202	1 904	254	1 736	347	1 512	504	—	—	—	—	504	PL56
Ls56	2 016	202	1 904	254	1 736	347	1 512	504	1 344	672	1 064	1 064	620	
L60	2 160	216	2 040	272	1 860	372	1 620	540	—	—	—	—	540	PL60
Ls60	2 160	216	2 040	272	1 860	372	1 620	540	1 440	720	1 140	1 140	664	
L64	2 304	230	2 176	290	1 984	397	1 721	576	—	—	—	—	576	PL64
Ls64	2 304	230	2 176	290	1 984	397	1 721	576	1 536	768	1 216	1 216	708	
L68	2 448	245	2 312	308	2 108	422	1 836	612	—	—	—	—	612	PL68
Ls68	2 448	245	2 312	308	2 108	422	1 836	612	1 632	816	1 292	1 292	753	
L72	2 592	259	2 448	326	2 232	446	1 944	648	—	—	—	—	640	PL72
Ls72	2 592	259	2 448	326	2 232	446	1 944	648	1 728	864	1 368	1 368	797	
L76	2 736	274	2 584	345	2 355	471	2 052	684	—	—	—	—	684	PL76
Ls76	2 736	274	2 584	345	2 355	471	2 052	684	1 824	912	1 444	1 444	841	
L80	2 880	283	2 720	363	2 480	496	2 160	720	—	—	—	—	720	PL80
Ls80	2 880	283	2 720	363	2 480	496	2 160	720	1 920	960	1 520	1 520	886	
L84	3 024	302	2 856	381	2 604	521	2 268	756	—	—	—	—	756	PL84
Ls84	3 024	302	2 856	381	2 604	521	2 268	756	2 016	1 008	1 596	1 596	950	

L88	3 168	317	2 992	399	2 728	546	2 376	792	—	—	—	—	792	PL88
Ls88	3 168	317	2 992	399	2 728	546	2 376	792	2 112	1 056	1 672	1 672	974	
L92	3 312	331	3 128	417	2 852	570	2 484	824	—	—	—	—	828	PL92
Ls92	3 312	331	3 128	417	2 852	570	2 484	824	2 208	1 104	1 748	1 748	1 018	
L96	3 456	346	3 264	435	2 976	595	2 592	864	—	—	—	—	864	PL96
Ls96	3 456	346	3 264	435	2 976	595	2 592	864	2 304	1 152	1 824	1 824	1 065	
L100	3 600	360	3 400	453	3 100	620	2 700	900	—	—	—	—	900	PL100
Ls100	3 600	360	3 400	453	3 100	620	2 700	900	2 400	1 200	1 900	1 900	1 107	
L104	3 744	374	3 536	471	3 224	645	2 808	936	—	—	—	—	936	PL104
Ls104	3 744	374	3 536	471	3 224	645	2 808	936	2 496	1 248	1 976	1 976	1 151	
L108	3 888	389	3 672	490	3 348	670	2 916	972	—	—	—	—	972	PL108
Ls108	3 888	389	3 672	490	3 348	670	2 916	972	2 592	1 296	2 052	2 052	1 196	
L112	4 032	403	3 808	508	3 472	694	3 024	1 008	—	—	—	—	1 008	PL112
Ls112	4 032	403	3 808	508	3 472	694	3 024	1 008	2 688	1 344	2 128	2 128	1 240	
L116	4 176	418	3 944	526	3 596	729	3 132	1 044	—	—	—	—	1 044	PL116
Ls116	4 176	418	3 944	526	3 596	729	3 132	1 044	2 784	1 392	2 204	2 204	1 284	
L120	4 320	432	4 080	544	3 720	744	3 240	1 030	—	—	—	—	1 080	PL120
Ls120	4 320	432	4 080	544	3 720	744	3 240	1 030	2 880	1 440	2 280	2 280	1 328	
L124	4 464	446	4 216	562	3 844	769	3 348	1 116	—	—	—	—	1 116	PL124
Ls124	4 464	446	4 216	562	3 844	769	3 348	1 116	2 976	1 488	2 356	2 356	1 872	

Semnificaţiile simbolurilor din tabelă :

C este capacitatea minimă la 25 °C ;
I — curentul maxim de descărcare ;
L — element prevăzut pentru descărcări cuprinse între 3 şi 10 ore ;
Ls — idem, cuprinse între 1 şi 10 ore ;
S — un vas de sticlă ;
Lw — simbolul vasului de sticlă. Exemplu : Lw 5 ;
D — două vase de sticlă. Exemplu : element L18 în vase Lw 10 şi Lw 8 ;
PL — vas de lemn căptuşit cu plumb.

Tabela 19

Tensiunea limită la descărcare

Tipul acumulatorului	Ls1—Ls124		L1—L124			
Regimul de descărcare, în h	1	2	3	5	7,5	10
Tensiunea minimă pe element, în V . . .	1,75	1,75	1,8	1,8	1,8	1,8

În instalațiile staționare mici se utilizează uneori plăci cu capacitate mai mică, adică de ¾ L1 (tabela 20). Datele din tabelă sînt în conformitate cu NI 157-52 MEEIE. Elementele din această categorie au înaintea simbolului normal litera B.

Tabela 20

Plăci pentru elemente staționare BL și KBL

Placa	Dimensiuni, în mm		
	Înălțimea fără urechi	Lățimea	Grosimea
pozitivă	130	168	12
3/4 L1 negativă 1/1	130	168	8
negativă 1/2	130	168	8

Caracteristicile electrice și generale ale elementelor BL sînt date în tabelele 21 și 22.

Gruparea prin sudură a plăcilor bateriilor staționare se face la locul de utilizare. La unele instalații mici, fabrica producă-

Tabela 21

Caracteristici generale ale elementelor staționare BL (KBL)

Tipul acumulatorului	Dimensiunile exterioare ale vasului, mm			Numărul de plăci			Greutatea, kg	
	Înălțimea cu izolatoare	Lățimea	Lungimea	pozitive	negative 1/1	negative 1/2	Fără electrolit	Cu electrolit
BL1 și BLs1	305	215	75	1	2	—	6,5	11,5
BL2 și BLs2	315	215	110	2	2	1	12	19

Tabela 22

Caracteristicile electrice ale elementelor staţionare BL (KBL)

Elementul	Regimul de descărcare, în h												Curentul de încărcare normal, în A
	1		2		3		5		7,5		10		
	A	Ah	A	Ah	A	Ah	A	Ah	A	Ah	A	Ah	
BL1					6,6	20	4,6	23	3,3	25	2,7	27	6,6
BLs1	14	14	9	18	6,6	20	4,6	23	3,3	25	2,7	27	6,6
BL2					13,3	40	9,2	46	6,6	50	5,4	54	13,3
BLs2	28	28	18	36	13,3	40	9,2	46	6,6	50	5,4	54	13,3

toare livrează grupuri de plăci staţionare complet asamblate, rămînînd numai să fie aşezate în elemente. În acest caz, conectarea elementelor în baterie se efectuează prin înşurubare.

Desemnarea acestor elemente se face punînd litera K înaintea simbolurilor din STAS 445-52 şi din NI 157-52. De exemplu, KL2 indică un element L2, cu plăcile grupate de fabrica producătoare, iar KBL2, un element cu plăci ¾ L1 grupate de asemenea de fabrică.

Aşezarea în vase a grupurilor KL şi KBL este destul de dificilă, deoarece la îndoiri accidentale, repetate, plăcile se pot desprinde de puntea de asamblare. Din această cauză, gruparea plăcilor ¾ L1 şi L1 se face numai pentru elementele staţionare KBL1, KBL2 şi KL1-KL5.

Faţă de avantajul de a nu avea nevoie de sudură la montarea lor, elementele KL şi KBL prezintă incovenientul unei întreţineri mai atentă.

În exploatare se întîlnesc şi baterii staţionare mai vechi, cu plăci de tipul I. Între acestea şi plăcile *L* (STAS 445-52) nu sînt alte diferenţe în afara lungimii urechilor care sînt mai mici la plăcile I. În consecinţă, vasele elementelor cu plăci I1 sînt mai scunde cu circa 60 mm decît vasele cu plăci L1, iar vasele cu plăci I2 sînt mai scunde cu 100 mm decît cele cu plăci L2.

Fabricarea plăcilor I este permisă numai pentru reparaţia acumulatoarelor cu aceste tipuri de plăci.

Acumulatoarele staţionare sînt montate în baterii, pe postamente de lemn. Între vasul elementului şi postament se pun izolatoare de porţelan şi rondele de plumb, sau policlorură de vinil, iar între postament şi podea, izolatoare de sticlă, rondele de plumb sau policlorură de vinil şi bucăţi de lemn vopsite şi

parafinate. Vasele şi postamentele se sprijină liber pe izolatoare, iar rondelele au rolul de a mări aderenţa acestor simple sprijiniri şi de a prelua, prin grosimile lor diferite, eventualele jocuri, în scopul fixării şi aşezării în linie a elementelor.

Dispozitivul descris asigură rezistenţa de izolare necesară în mediul de umezeală acidă al sălilor acumulatoarelor staţionare.

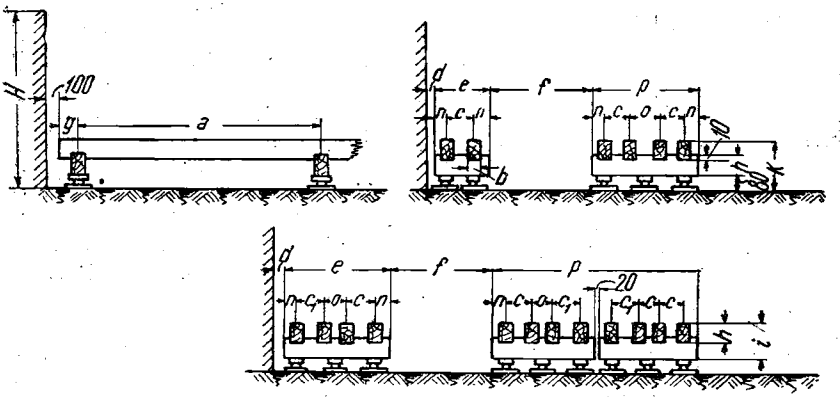


Fig. 39. Postamente simplu şi dublu parter pentru baterii staţionare.

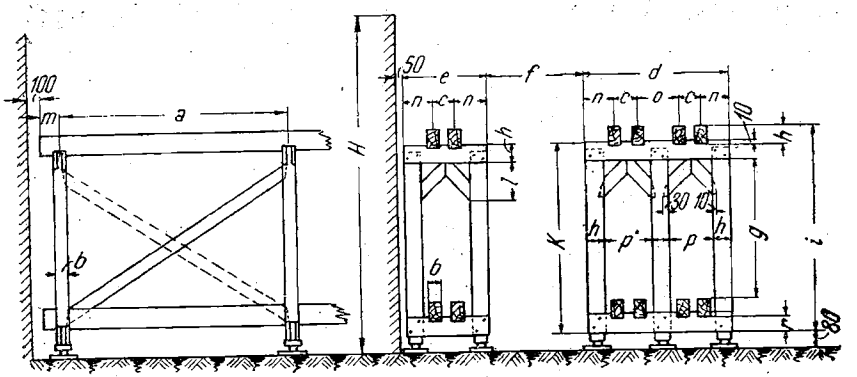


Fig. 40. Postamente simplu şi dublu etaj pentru baterii staţionare.

În NI 299-52 MEEIE sînt cuprinse postamentele elementelor în vase de sticlă, aşezate pe un singur plan sau pe două plane, într-unul sau două rînduri. Se foloseşte denumirea : simplu şi dublu parter (tabela 23, fig. 39), simplu şi dublu etaj (tabela 24 şi fig. 40). În figurile 39 şi 40, tabelele 23 şi 24 sînt

Postamentele bateriilor staționare

Tabela 23

Tipul L, Ls	Dimensiunile postamentelor simplu și dublu parter, în mm														Înălțimea H a sălii, mm	Înălțimea elementului inclusiv izolatorul, mm	Distanța dintre elemente, mm
	a	*b*	*c*	c_1	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*n*	*o*	*p*			
BL1	1970	72	140	—	60	290	800	135	92	174	254	75	175	605	2000	305	30
BL2	1510	72	140	—	60	290	800	135	92	174	254	75	175	605	2000	305	30
L1	1710	72	130	—	60	280	800	135	92	174	254	75	175	585	2000	355	30
L2	1510	72	130	—	60	280	800	135	92	174	254	75	175	585	2000	355	30
L3	1510	72	130	—	60	280	800	135	92	174	254	75	175	585	2000	355	30
L4	1500	72	120	—	60	270	800	135	92	174	254	75	180	570	2000	355	65
L5	1500	72	160	—	60	310	800	135	92	174	254	75	180	650	2000	355	65
L6	1320	72	200	—	60	350	800	135	92	174	254	75	180	730	2000	355	65
L8	1210	72	120	—	60	270	800	135	92	174	254	75	180	570	2000	645	60
L10	1110	72	150	—	60	310	800	135	92	174	254	75	180	650	2000	645	60
L12	1040	72	200	—	60	350	800	135	92	174	254	75	180	730	2000	645	60
L14	1850	110	200	—	60	380	800	150	140	270	350	90	215	795	2000	645	60
L16	1210	72	120	120	60	490	800	135	92	174	254	75	100	1000	2000	645	60
L18	1110	72	160	120	60	530	800	135	92	174	254	75	100	1080	2000	645	60
L20	1110	72	160	160	60	570	800	135	92	174	254	75	100	1180	2000	645	60
L22	1040	72	200	160	60	610	800	135	92	174	254	75	100	1240	2000	645	60
L24	1040	72	200	200	60	650	800	135	92	174	254	75	100	1320	2000	645	60
L26	1850	110	200	165	60	680	800	150	140	270	350	90	135	1380	2000	645	60
L28	1850	110	200	200	60	715	800	150	140	270	350	90	135	1450	2000	645	60

Tabela 24

Postamentele bateriilor staționare

Tipul L, Ls	Dimensiunile postamentelor simplu și dublu etaj, în mm																	Înălțimea *H* a sălii, mm	Înălțimea inclusiv izolatorul, mm	Distanța dintre elemente, mm
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*	*p'*	*r*			
BL1	1 970	72	140	1 000	550	800	796	92	1 170	1 082	170	175	205	310	366	362	130	2 300	305	30
BL2	1 770	72	140	1 000	550	800	796	92	1 170	1 082	170	175	205	310	366	362	130	2 300	305	30
L1	1 710	72	130	990	540	800	816	92	1 240	1 158	170	175	205	320	356	357	130	2 400	355	30
L2	1 510	72	130	990	540	800	816	92	1 240	1 158	170	175	205	320	356	357	130	2 400	355	30
L3	1 510	72	130	990	540	800	816	92	1 240	1 158	170	175	205	320	356	357	130	2 400	355	30
L4	1 500	72	120	860	480	800	816	92	1 240	1 158	170	175	180	260	296	291	130	2 400	355	65
L5	1 500	72	160	940	520	800	816	92	1 240	1 158	170	175	180	260	336	332	130	2 400	355	65
L6	1 320	72	200	1 020	560	800	816	92	1 240	1 158	170	175	180	260	376	372	130	2 400	355	65
L8	1 210	72	120	870	460	800	1 156	92	1 580	1 496	270	175	170	240	276	272	130	3 000	645	60
L10	1 110	72	150	900	500	800	1 156	92	1 580	1 496	270	175	170	240	316	312	130	3 000	645	60
L12	1 040	72	200	980	540	800	1 156	92	1 580	1 496	270	175	170	240	356	352	130	3 000	645	60
L14	1 850	72	200	1 220	680	800	1 150	140	1 710	1 580	270	130	200	340	400	400	150	3 000	645	60

date dimensiunile postamentelor simplu parter și dublu parter, simplu etaj și dublu etaj.

Consolidarea postamentelor cu o singură despărțitură *a* se face cu două grinzi diagonale. La postamentele cu mai multe despărțituri *a* la prima și ultima despărțitură *a* se montează cîte o grindă, în diagonale opuse.

Cotele *a* din tabele indică deschiderea maximă între două tălpi de sprijin ale postamentului. Lungimea postamentului în raport cu numărul de elemente se găsește în tabela 25. Se recomandă ca lungimile alese să nu fie prea mari, pentru ca postamentele să poată fi ușor așezate. Postamentele scurte și în general cele simplu parter și simplu etaj îngăduie efectuarea reparațiilor în condiții mai ușoare.

Tabela 25

Lungimea postamentelor bateriilor staționare

Numărul de elemente	Lungimea postamentului, în mm, pentru elemente tip:				Numărul de elemente	Lungimea postamentului, în mm, pentru elemente tip:			
	L1	L2	L3	L4—L28		L1	L2	L3	L4—L28
1	90	120	160	220	26	2 960	3 870	4 780	7 090
2	200	270	340	490	27	3 080	4 020	4 970	7 370
3	320	420	530	770	28	3 190	4 170	5 150	7 640
4	430	570	710	1 040	29	3 310	4 320	5 340	7 920
5	550	720	900	1 320	30	3 420	4 470	5 520	8 190
6	660	870	1 080	1 590	31	3 535	4 620	5 710	8 470
7	780	1 020	1 270	1 870	32	3 650	4 770	5 890	8 740
8	890	1 170	1 450	2 140	33	3 770	4 920	6 080	9 020
9	1 010	1 320	1 640	2 420	34	3 880	5 070	6 260	9 290
10	1 120	1 470	1 820	2 690	35	4 000	5 220	6 450	9 570
11	1 240	1 620	2 010	2 970	36	4 110	5 370	6 630	9 840
12	1 350	1 770	2 190	3 240	37	4 230	5 520	6 820	10 120
13	1 470	1 920	2 380	3 520	38	4 340	5 670	7 000	10 390
14	1 580	2 070	2 550	3 790	39	4 460	5 820	7 190	10 670
15	1 700	2 220	2 750	4 070	40	4 570	5 970	7 370	10 940
16	1 810	2 370	2 930	4 370	41	4 690	6 120	7 560	11 220
17	1 930	2 520	3 120	4 620	42	4 800	6 270	7 740	11 490
18	2 040	2 670	3 300	4 890	43	4 920	6 420	7 930	11 770
19	2 160	2 820	3 490	5 170	44	5 030	6 570	8 110	12 040
20	2 270	2 970	3 670	5 440	45	5 150	5 720	8 300	12 320
21	2 390	3 120	3 850	5 720	46	5 260	6 870	8 480	12 590
22	2 500	3 270	4 040	5 990	47	5 380	7 020	8 670	12 870
23	2 620	3 420	4 230	6 270	48	5 490	7 170	8 850	13 140
24	2 730	3 570	4 410	6 540	49	5 610	7 320	9 040	13 420
25	2 850	3 720	4 600	6 820	50	5 720	7 470	9 220	13 690

Elementele staţionare L1, L2 şi L3 se montează cu plăcile perpendicular pe lungimea postamentului, asamblarea lor făcîndu-se prin sudură la o şină de plumb situată în faţa şi în spatele postamentului. Celelalte elemente (L4—L28) se montează cu plăcile paralel cu lungimea postamentului, iar şinele de plumb la care se grupează plăcile se află între elemente. De aceea, distanţele dintre elementele L1—L3 (fig. 41) sînt mai mici decît cele dintre elementele L4—L28.

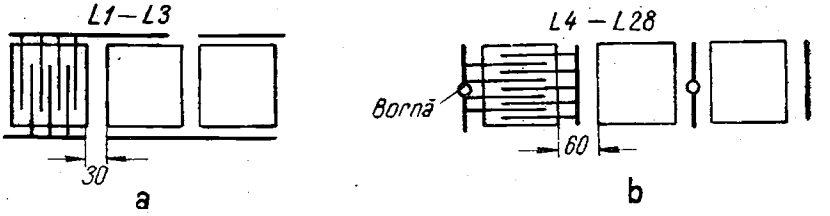


Fig. 41. Aşezarea plăcilor în elementele staţionare L1—L3 (*a*) şi L4—L28 (*b*).

Bornele elementelor sînt legate la mijlocul şinelor.

Ca regulă generală, postamentele elementelor L1—L6 inclusiv pot fi amplasate la parter sau la etaj, în funcţie de locul disponibil. La montarea în parter, lucrările şi supravegherea sînt mai uşor de efectuat, însă suprafaţa de podea ocupată de baterie este mai mare.

De la L8 în sus, elementele fiind înalte şi cu plăci grele, se recomandă aşezarea lor numai la parter. Postamentele pentru elementele L8—L14 indicate în tabela 24 se referă numai la cazuri excepţionale.

Elementele mari, în vase de lemn căptuşite cu plumb, se aşază numai la parter, pe postamente asemănătoare, nenormalizate.

La instalaţiile cu tensiuni înalte, izolarea postamentelor trebuie proiectată cu deosebită grijă. Coridoarele de acces între şirurile de elemente sînt acoperite cu panouri de lemn, izolate la rîndul lor de podea.

În NI 299-52 MEEIE sînt trecute distanţele minime obligatorii (fig. 39 şi 40) dintre postamente şi perete şi dintre două postamente alăturate. Trebuie adăugat că între două postamente aşezate cap la cap se lasă o distanţă de 60 mm. Postamentele simplu parter sau simplu etaj se aşază adesea alături şi alcătuiesc postamente dublu parter sau dublu etaj. Scopul aces-

tei aşezări este de a permite demontarea completă a unei părţi de baterie. Postamentele alăturate au între ele un spaţiu de 60 mm.

1.3.4. *Acumulatoare pentru tracţiune şi pentru iluminatul trenurilor*

La execuţia lor se ţine seama, în afara obţinerii unei capacităţi specifice mari în vederea micşorării greutăţii şi a volumului, şi de condiţiile grele de funcţionare a acestora. De aceea, pentru a se asigura o durată lungă de funcţionare, acumulatoarele din această grupă sînt mai robuste, pentru a rezista solicitărilor mecanice (trepidaţii etc.) de tot felul. Se utilizează plăci de mare suprafaţă, sac, tubulare şi plăci grătar pastate, groase de 3—6 mm. Separatoarele sînt şi ele de diferite construcţii: tuburi de sticlă, lemn, policlorură de vinil, cauciuc microporos sau vată de sticlă. Vasele sînt de ebonită şi au numai o singură celulă. Capacele, de ebonită profilată, se obţin prin presare în matriţe. Etanşarea capacelor se face cu garnituri de cauciuc sau cu bitum cald. Legăturile dintre elementele bateriei sînt de plumb turnat în tipare. Ele se fac adesea din benzi de cupru plumbuite. Înserierea elementelor se face de obicei prin înşurubare. Elementele se fixează prin împănare în cutia bateriei, de care se fixează bornele de conectare cu circuitul exterior.

În tracţiune, acumulatoarele sînt folosite în încărcare-descărcare. La iluminatul trenurilor bateriile funcţionează în tampon-descărcare-tampon.

În afara acumulatoarelor cu plăci de mare suprafaţă şi sac, acumulatoarele din această categorie sînt folosite uneori în aceleaşi condiţii ca şi acumulatoarele pentru autovehicule, la locomotivele electrice, la navele maritime şi fluviale şi, în general, acolo unde sarcina este mai mare decît cea obişnuită la autovehicule. În ce priveşte gabaritul, se preferă adesea baterii de tracţiune mai înalte care ocupă o suprafaţă mai mică decît acumulatoarele de aceeaşi putere pentru autovehicule.

Sînt standardizate tipurile GO39, J100, Ky şi ZO50.

Elementele în care sînt utilizate plăci pozitive de mare suprafaţă şi plăci negative sac, şi anume: GO39, J100 şi ZO50, pot funcţiona în regimuri de descărcare cuprinse între 1 şi 10 h, suportînd curenţi de şoc de scurtă durată, la descărcări cu curenţi de 2,5—3 ori mai mari decît curentul corespunzător regimului de 1 h.

Tipurile Ky construite cu plăci pozitive şi negative, cu grătar pastat, funcţionează bine la regimurile de descărcare între 3 şi 5 h. Ele suportă descărcări de şoc de scurtă durată, de 3—4 min, cu un curent de 20 ori mai mare decît curentul la regimul de descărcare în 5 h. Tensiunea limită la descărcare este de 1,33 V pe element.

Elementele GO39 şi J100 au separatoare de lemn întărite cu beţişoare de ebonită. În elementul ZO50, drept separatoare se folosesc tuburi de sticlă. Separatoarele elementelor Ky sînt de lemn, policlorură de vinil, vată de sticlă sau cauciuc microporos.

Caracteristicile generale şi electrice ale plăcilor şi elementelor pentru tracţiune şi iluminatul trenurilor sînt indicate în tabelele 26, 27, 28 şi 29.

Tabela 26

Plăci pentru acumulatoarele cu tracţiune

Tipul plăcii	Capacitatea în amperi-ore la descărcarea în:		Dimensiunile plăcilor (fără urechi), mm			Greutatea medie, kg
	10 h	5 h	Înălţimea	Lăţimea	Grosimea	
+			188	120	10,50	1,71
GO39 —1/1	28,5	23,5	195	125	5,50	0,86
—1/2			195	125	4,75	0,69
+			344	168	10,50	4,13
J100 —1/1	73	60	344	168	8	2,48
—1/2			344	168	6	1,80
+			190	164	8	2,04
ZO50 —1/1	31,7	—	192	165	7,5	1,3
—1/2			192	165	4,5	0,98
+			210	136	4,2	0,63
Ky210—1/1	26,5	—	210	136	4,2	0,59
—1/2			210	131	2,8	0,43
+			225	180	4,2	0,94
Ky225—1/1	40	—	225	180	4,2	0,85
—1/2			225	175	2,8	0,58
+			285	180	4,2	1,13
Ky285—1/1	50	—	285	180	4,2	1,00
—1/2			285	175	2,8	0,68
+			380	180	4,2	1,58
Ky380—1/1	68	—	380	180	4,2	1,19
—1/2			380	175	2,8	0,98

Tabela 27

Caracteristicile generale ale acumulatoarelor de tracțiune

Tipul plăcii	Tipul acumulatorului	Numărul plăcilor			Dimensiunile exterioare ale cutiei de ebonită, în mm			Greutatea unui element umplut și încărcat, în kg
		pozitive	negative		Înălțimea	Lățimea	Lungimea	
			1/1	1/2				
GO39	I GO39	1	—	2	305	148	35	4,3
	II GO39	2	1	2	305	148	61	8,3
	III GO39	3	2	2	305	148	87	12,3
	IV GO39	4	3	2	305	149	114	16,2
	V GO39	5	4	2	305	149	140	19,9
	VI GO39	6	5	2	305	149	166	24,1
	VII GO39	7	6	2	305	150	198	27,8
	VIII GO39	8	7	2	305	150	219	31,6
	IX GO39	9	8	2	305	150	245	35,8
	X GO39	10	9	2	305	151	272	39,5
J100	I J100	1	—	2	535	205	41	14,4
	II J100	2	1	2	535	206	74	27,0
	III J100	3	2	2	535	206	106	37,5
	IV J100	4	3	2	535	206	138	49,0
	V J100	5	4	2	535	207	171	60,7
	VI J100	6	5	2	535	207	203	78,7
	VII J100	7	6	2	535	207	235	84,9
	VIII J100	8	7	2	535	208	268	98,1
	IX J100	9	8	2	535	208	300	109,3
	X J100	10	9	2	535	208	332	121,0
ZO50	VII ZO50	7	6	2	305	194	219	—
Ky210	II Ky210	2	1	2	310	148	36	4,40
	III Ky210	3	2	2	320	148	51	6,40
	IV Ky210	4	3	2	320	148	66	8,20
	V Ky210	5	4	2	320	148	81	10,10
	VI Ky210	6	5	2	320	148	96	12,00
	VII Ky210	7	6	2	330	149	112	13,90
	VIII Ky210	8	7	2	330	149	127	15,80
	IX Ky210	9	8	2	330	149	142	17,70
	X Ky210	10	9	2	330	149	157	19,50

Tabela 27 (continuare)

Tipul plăcii	Tipul acumulatorului	Numărul plăcilor			Dimensiunile exterioare ale cutiei de ebonită, în mm			Greutatea unui element umplut și încărcat, în kg
		pozitive	negative		Înălțimea	Lățimea	Lungimea	
			1/1	1/2				
Ky225	II Ky225	2	1	2	325	196	36	6,2
	III Ky225	3	2	2	335	196	51	8,9
	IV Ky225	4	3	2	335	196	66	11,6
	V Ky225	5	4	2	335	196	81	14,2
	VI Ky225	6	5	2	335	196	96	16,8
	VII Ky225	7	6	2	345	197	112	19,6
	VIII Ky225	8	7	2	345	197	127	22,3
	IX Ky225	9	8	2	345	197	142	25,0
	X Ky225	10	9	2	345	197	157	27,8
Ky285	II Ky285	2	1	2	390	196	36	7,6
	III Ky285	3	2	2	400	196	51	11,0
	IV Ky285	4	3	2	400	196	66	14,3
	V Ky285	5	4	2	400	196	81	17,5
	VI Ky285	6	5	2	400	196	96	20,8
	VII Ky285	7	6	2	410	197	112	24,2
	VIII Ky285	8	7	2	410	197	127	27,8
	IX Ky285	9	8	2	410	197	142	31,0
	X Ky285	10	9	2	410	197	157	34,3
Ky380	VI Ky380	6	5	2	540	199	108	—
	XI Ky380	11	10	2	540	199	170	—

Tabela 28

Tensiunea limită la descărcare

Tipul elementului	Tensiunea, în V				
	Regimul de descărcare, în h				
	1	2	3	5	10
GO39 și J100	1,75	1,75	1,8	1,8	1,8
ZO50	—	—	—	—	1,8
Ky	—	—	1,68	1,7	—

Tabela 29

Caracteristicile electrice ale acumulatoarelor de tracțiune

Tipul acumulatorului	Regimurile de descărcare, în h										Curent normal de încărcare, A
	1		2		3		5		10		
	C, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	
I GO39	14,5	14,5	18	9	21	7	23,5	4,7	28,5	2,9	7
II GO39	29	29	36	18	42	14	47	9,4	57	5,7	14
III GO39	43	43	54	27	63	21	70	14	85	8,5	21
IV GO39	58	58	72	36	84	28	94	19	114	11,5	28
V GO39	72	72	90	45	105	35	117	23	142	14	35
VI GO39	87	87	103	54	126	42	140	28	171	17	42
VII GO39	101	101	126	63	147	49	164	33	199	20	49
VIII GO39	115	115	144	72	168	56	187	37,5	228	23	56
IX GO39	130	130	161	80,5	190	63	211	42	256	25,5	63
X GO39	144	144	179	89	211	70	234	47	285	28,5	70
I J100	37	37	46	23	54	18	60	12	73	7,5	18
II J100	74	74	92	46	103	36	120	24	145	14,5	36
III J100	111	111	138	69	162	54	180	36	218	22	54
IV J100	148	148	184	92	216	72	240	48	290	29	72
V J100	185	185	230	115	270	90	300	60	363	36,5	90
VI J100	222	222	276	138	324	108	360	72	435	43,5	103
VII J100	259	259	322	161	378	126	420	84	508	51	126
VIII J100	296	296	368	184	432	144	480	96	580	58	144
IX J100	333	333	414	207	486	162	540	108	653	65	162
X J100	370	370	460	230	540	180	600	120	725	73	180
VII ZO50	100	100	140	70	150	50	185	37	222	22,2	42,5
II Ky210	—	—	—	—	48	16	53	11	—	—	11
III Ky210	—	—	—	—	72	24	80	16	—	—	16
IV Ky210	—	—	—	—	96	32	106	21	—	—	21
V Ky210	—	—	—	—	120	40	132	26	—	—	26
VI Ky210	—	—	—	—	144	48	160	32	—	—	32
VII Ky210	—	—	—	—	168	56	186	37	—	—	37
VIII Ky210	—	—	—	—	192	64	212	42	—	—	42
IX Ky210	—	—	—	—	216	72	240	48	—	—	48
X Ky210	—	—	—	—	240	80	265	53	—	—	53

Tabela 29 (continuare)

Tipul acumulatorului	Regimurile de descărcare, în h										Curent normal de încărcare, A
	1		2		3		5		10		
	C, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	*C*, Ah	*I*, A	
II Ky225	—	—	—	—	72	24	80	16	—	—	16
III Ky225	—	—	—	—	108	36	120	24	—	—	24
IV Ky225	—	—	—	—	144	48	160	32	—	—	32
V Ky225	—	—	—	—	180	60	200	40	—	—	40
VI Ky225	—	—	—	—	216	72	240	48	—	—	48
VII Ky225	—	—	—	—	252	84	280	56	—	—	56
VIII Ky225	—	—	—	—	288	96	320	64	—	—	64
IX Ky225	—	—	—	—	324	108	360	72	—	—	72
X Ky225	—	—	—	—	360	120	400	80	—	—	80
II Ky285	—	—	—	—	90	30	100	20	—	—	20
III Ky285	—	—	—	—	135	45	150	30	—	—	30
IV Ky285	—	—	—	—	180	60	200	40	—	—	40
V Ky285	—	—	—	—	225	75	250	50	—	—	50
VI Ky285	—	—	—	—	270	90	300	60	—	—	60
VII Ky285	—	—	—	—	315	105	350	70	—	—	70
VIII Ky285	—	—	—	—	360	120	400	80	—	—	80
IX Ky285	—	—	—	—	405	135	450	90	—	—	90
X Ky285	—	—	—	—	450	150	500	100	—	—	100
VI Ky380	—	—	—	—	360	120	408	81	—	—	120
XI Ky380	—	—	—	—	670	223	748	149	—	—	223

C este capacitatea la 25 °C ;
I — curentul maxim de descărcare.

În figurile 42, 43, 44 şi 45 sînt prezentate elemente de acumulatoare din această categorie.

Bateriile grupate în cutii de lemn sau metalice au legăturile dintre elemente înşurubate, cu excepţia tipului ZO50, la care legăturile sînt sudate.

Între elementele vecine, cum şi între elemente şi cutie se aşază plăci de ebonită striate care permit răcirea bateriei, îi asigură o izolare bună şi uşurează demontarea elementelor pentru reparaţii.

Elementele se fixează în cutia bateriei cu pene şi scînduri subţiri de lemn, repartizate pe tot peretele vasului de ebonită. Înserierea elementelor bateriei se face cu grijă, în vederea mic-

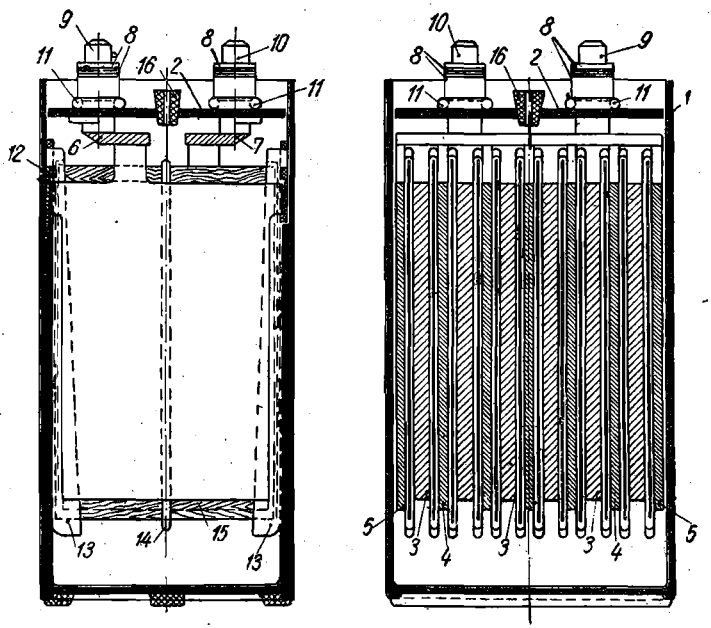


Fig. 42. Element de tracţiune tip GO39:
1 — vas de ebonită ; *2* — capac de ebonită ; *3* — placă pozitivă de mare suprafaţă ; *4* — placă negativă sac, pastată, de mijloc (1/1) ; *5* — placă negativă sac, pastată, de margine (1/2) ; *6* — punte pentru asamblarea plăcilor negative ; *7* — punte pentru asamblarea plăcilor pozitive ; *8* — legătură de aramă plumbuită între elemente, cu şaibe ; *9* — polul pozitiv ; *10* — polul negativ ; *11* — inel de cauciuc pentru fixarea capacului ; *12* — piesă de ebonită în U pentru susţinerea plăcilor pozitive ; *13* şi *14* — beţişoare de ebonită, izolaţie, întăriturl pentru planşeta de lemn, netedă ; *16* — dop de cauciuc.

şorării curenţilor de scurgere ; între două şiruri de elemente alăturate diferenţa de tensiune trebuie să fie pe cît posibil de mică, chiar dacă pentru aceasta este necesar să se încrucişeze unele legături.

Cutia bateriei este căptuşită în interior cu straturi de carton asfaltat subţire, fără nisip, aplicate la cald peste un strat de bitum, pentru a fi ferită de contactul cu acidul sulfuric. La

fundul cutiei se prevăd orificii de scurgere a acidului. Aceste orificii permit semnalarea spargerii accidentale a vaselor de ebonită, evacuarea acidului şi spălarea cutiei.

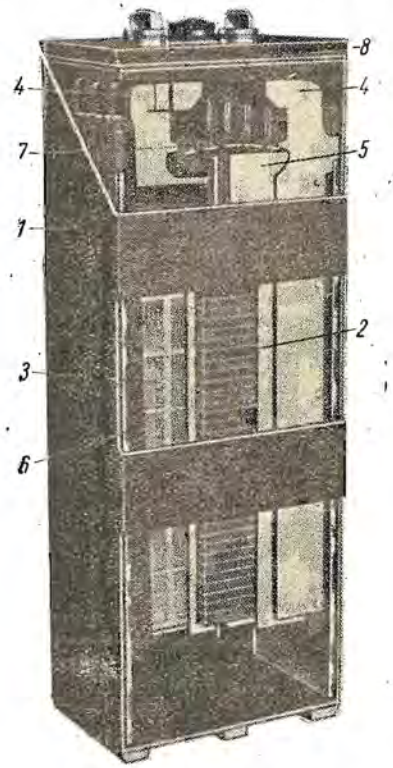


Fig. 43. Element tip J100:

1 – vas de ebonită ; 2 – placă pozitivă de mare suprafaţă ; 3 – placă negativă sac ; 4 – punţile grupurilor de plăci pozitive şi negative ; 5 – planşetă de lemn ; 6 – beţişor de ebonită, de margine ; 7 – placă de acoperire ; 8 – capac profilat, de ebonită.

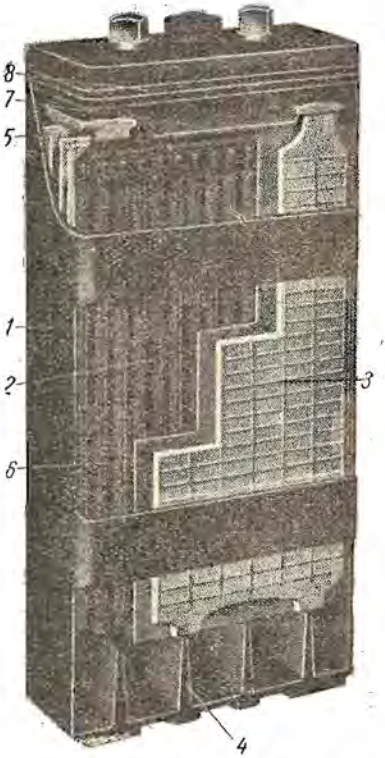


Fig. 44. Element AFA cu plăci pozitive tubulare:

1 – vas de ebonită ; 2 – placă pozitivă cu tuburi de ebonită ; 3 – placă negativă grătar, pastată ; 4 – prisme de sprijin a plăcilor şi separatoarelor ; 5 – puntea grupului de plăci pozitive ; 6 – separator ; 7 – placă de acoperire ; 8 – capac cu garnituri.

In locul cartonului asfaltat şi a bitumului pot fi folosite orice alte materiale cu calităţi corespunzătoare (sticlă, ebonită, cauciuc, vopsele antiacide).

Cutiile bateriilor de tracţiune sînt închise cu capace pentru a fi ferite de scurtcircuitele care pot fi provocate prin căderea, în mod accidental peste bornele elementului, a unor corpuri metalice. Capacele împiedică intrarea prafului şi a oricăror alte

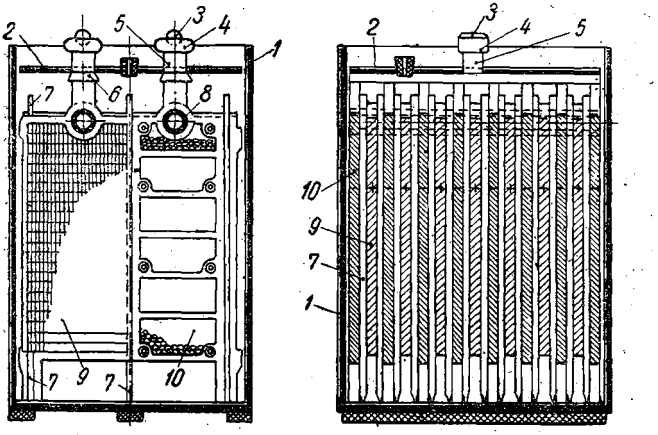


Fig. 45. Element tip ZO50:

1 — vas de ebonită; *2* — capac de ebonită; *3* — cablu de aramă pentru legătura între elemente; *4* — papuc de cablu, sudat de pol; *5* — pol; *6* — gît suport al capacului; *7* — tub de sticlă pentru izolarea între plăci; *8* — tub de sticlă, suport al plăcilor; *9* — placă pozitivă de mare suprafaţă; *10* — placă negativă sac, pastată.

impurităţi dăunătoare din mediul înconjurător. De obicei, închiderea cutiilor bateriilor nu este etanşă. Bateriile de acumulatoare pentru locomotivele de mină se închid antigrizutos din cauza pericolului de explozie pe care îl prezintă prin eventualele scîntei electrice la contacte.

Cutiile bateriilor se fixează pe arcuri sau tampoane de cauciuc, pentru a fi solicitate cît mai puţin la trepidaţii şi zdruncinături.

Trepidaţiile şi zdruncinăturile conduc la spargerea vasului, desprinderea materiei active, deformaţii interioare, cum şi la ieşirea electrolitului din vas. Este bine cunoscută acţiunea acidului sulfuric asupra diferitelor materiale, aşa încît nu se mai insistă asupra daunelor pe care acestea le provoacă cînd în mod accidental este vărsat din vas.

La unele instalații, de exemplu la locomotiva de mină, se folosesc două sau trei baterii, în schimburi. Înlocuirea bateriei în stația de încărcare se face cu dispozitive de ridicare, sau de tragere laterală, prin alunecare pe role metalice, pentru ca operația să dureze cît mai puțin și să nu necesite muncă fizică grea din partea personalului de exploatare.

Criteriile pentru alegerea acumulatorului necesar unei instalații sînt:

— condițiile de utilizare a acumulatorului; pentru aceasta trebuie luate în considerare solicitările cele mai grele la descărcare, cum și mijloacele de încărcare de care se dispune;

— spațiul disponibil pentru instalarea acumulatorului;

— caracterul provizoriu, de durată limitată sau permanent al utilizării lui;

— investiția necesară.

La capacități egale, acumulatoarele cu plăci pastate, subțiri, pot înlocui în funcționare acumulatoare de oricare altă construcție. În acest caz, însă, durata de funcționare a acumulatoarelor poate diferi. Dar trebuie avut în vedere că bateria staționară a unei centrale electrice, de exemplu, cu plăci pozitive de mare suprafață și negative sac, folosită în tampon cu un generator pe o rețea de consum, fără șocuri de curent, nu va putea fi folosită pentru pornirea unui motor termic, care necesită curenți de valoare neprevăzută pentru această construcție de acumulator.

CAPITOLUL 2

EXPLOATAREA ACUMULATOARELOR CU PLĂCI DE PLUMB

În funcționare, acumulatorul este supus unei serii continue de încărcări și descărcări, determinate de cerințele exploatării. Folosirea sigură și economică a acumulatoarelor nu poate fi asigurată decît prin cunoașterea temeinică a fenomenelor care au loc în exploatare. În acest scop, vor fi analizate în cele ce urmează principiile generale ale organizării exploatării, mijloacele necesare și operațiile corespunzătoare în diferite situații.

2.1. Organizarea exploatării acumulatoarelor cu plăci de plumb

În exploatarea acumulatoarelor trebuie îndeplinite simultan mai multe condiții:

— operațiile de întreținere și revizie trebuie să fie executate de un personal instruit și cu mijloace corespunzătoare: aparate, scule, materiale, piese de rezervă;

— siguranța funcționării trebuie să fie deplină; în acest scop trebuie reglementate și planificate întreruperile necesare egalizării, îndepărtării stărilor anormale, efectuării reviziilor; în același timp trebuie prevăzute mijloace pentru preîntîmpinarea întreruperilor accidentale;

— economia de materiale și de energie, mărirea duratei de funcționare a bateriei, recuperarea materialelor scoase din uz trebuie să constituie o preocupare permanentă;

— măsurile de protecția muncii, în vederea evitării accidentelor și a intoxicațiilor profesionale, trebuie să fie absolut eficace;

— ordinea, curăţenia şi aspectul exterior nu trebuie să fie neglijate.

Conducerea exploatării numai după instrucţiunile constructorului bateriei nu este suficientă, deoarece acestea nu pot cuprinde, în forma lor generală, particularităţile diverselor instalaţii. Orice instalaţie de acumulatoare trebuie să aibă, la darea în exploatare, instrucţiuni de amănunt, cu date precise privind toate regimurile de încărcare şi de descărcare prevăzute. Aceste instrucţiuni trebuie întocmite pe baza standardelor, a normelor şi a prescripţiilor respective, a datelor din proiectul instalaţiei şi a instrucţiunilor fabricii constructoare. Prescripţiile de exploatare tehnică a acumulatoarelor staţionare elaborate de M.I.G. constituie o bază care trebuie folosită ori de cîte ori este posibil (în garaje pentru automobile, staţii de încărcare, baterii de tracţiune etc.).

Instrucţiunile trebuie corectate periodic şi după orice schimbare a situaţiei în exploatare sau a stării bateriei. Toate operaţiile efectuate asupra bateriei trebuie înregistrate ca şi observaţiile efectuate în diferite ocazii. Se recomandă generalizarea practicii folosirii carnetelor de exploatare, în care să fie înscrise toate datele importante referitoare la încărcare, descărcare, revizii, reparaţii, cum şi observaţiile personalului de deservire.

2.2. Aparate de măsurat

Funcţionarea acumulatoarelor nu poate fi urmărită decît cu ajutorul aparatelor de măsurat, dintre care cele mai uzuale sînt :

Voltmetrul de tablou, pentru măsurarea tensiunii bateriei ; acesta este instalat de obicei în afara sălii acumulatoarelor, pentru a fi ferit de acţiunea acidului sulfuric. Pentru a se mări precizia comparării datelor se foloseşte adesea acelaşi voltmetru pentru mai multe circuite, legarea la aceste circuite făcîndu-se cu ajutorul unui comutator. Voltmetrul de tablou trebuie să aibă însemnate pe cadran tensiunile corespunzătoare sfîrşitului descărcării şi încărcării. Acest aparat indică numai în general starea bateriei ; în cazul unui număr mai mare de elemente acesta nu poate indica dacă unul sau două dintre elementele bateriei funcţionează anormal. S-a încercat aducerea la tablou şi legarea, prin comutator, la voltmetru a unor derivaţii de la elementele bateriei, pentru măsurarea tensiunilor lor parţiale,

Rezultatul nu a fost mulțumitor, valorile indicate nefiind sigure din cauza dificultății de a se menține un contact electric bun la tensiunea de 2 V în mediul acid al bateriei. A fost astfel confirmată necesitatea unui voltmetru de mînă pentru măsurarea tensiunilor parțiale.

Volmetrul portativ (fig. 46), cu gradații între 0—3 V sau 3—0—3 V, se închide într-o cutie etanșă ușor de transportat. Cablurile voltmetrului, flexibile și prevăzute cu un înveliș rezistent la acidul sulfuric, au la un capăt contacte corespunzătoare bornelor voltmetrului, iar la celălalt capăt se prind la două contacte cu mîner; vîrfurile metalice ale contactelor sînt ascuțite, pentru a se realiza un contact electric bun. În cazul

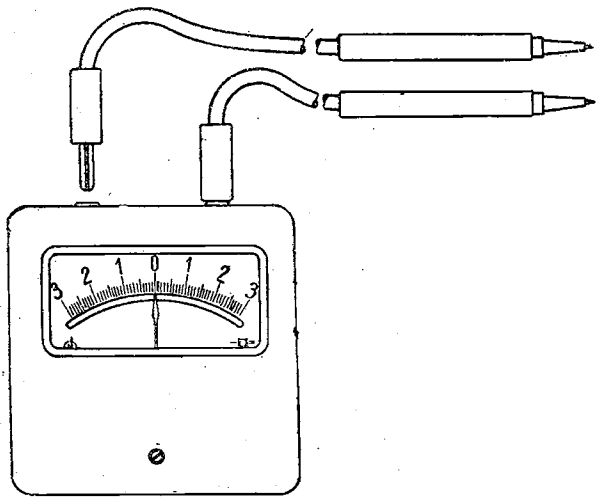


Fig. 46. Voltmetru portativ cu cabluri flexibile și contacte cu mîner.

bateriilor de capacitate mare, cu multe elemente, se recomandă ca voltmetrul să fie instalat alături de foaia de măsurări, pe un pupitru simplu, iar cablurile să aibă o lungime suficientă, pentru a permite aplicarea contactelor cu mîner la mai multe elemente fără deplasarea pupitrului. Tensiunea este citită în acest caz de către două persoane, cu precizia dorită. În cazul măsurărilor de control neînregistrate, tensiunea poate fi citită de către o singură persoană care poartă într-o mînă voltmetrul, iar în cealaltă cele două vîrfuri de contact.

Mînuirea voltmetrului portativ cere atenție, el putînd fi deteriorat cu ușurință în cazul cînd i se aplică tensiunea mai multor elemente înseriate, sau în cazul cînd izolația bateriei este defectă, ceea ce nu reprezintă o raritate în exploatare.

In cazul cînd aparatul nu este folosit, el trebuie ferit de atmosfera acidă a acumulatoarelor.

Voltmetrele portative cu scară dublă (cu punctul zero la mijloc) prezintă avantajul de a permite citirea tensiunii fără determinarea polarității, indicațiile din dreapta trebuind însă comparate cu cele din stînga ; în cazul cînd se ivesc diferențe, trebuie folosită o singură parte a scării, pînă la repararea aparatului.

Tensiunea se măsoară cînd acumulatorul debitează sau primește curent, deoarece în repaus, indicațiile voltmetrului nu arată starea reală a acumulatorului. De aceea, la bateriile care trebuie să debiteze curenți de șoc foarte mari (de exemplu la cele pentru automobile) se folosește un voltmetru portativ anume construit (fig. 47), prevăzut între vîrfurile de contact cu o rezistență care leagă direct polii elementului măsurat, obligîndu-l să se descarce. Rezistența este calculată pentru a provoca

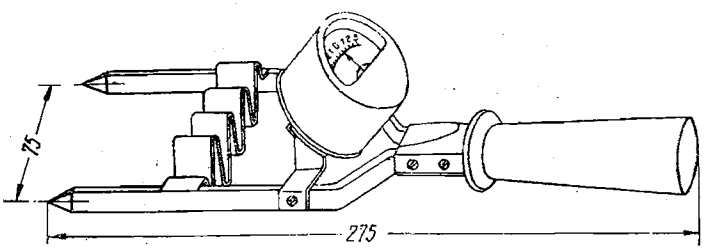


Fig. 47. Voltmetru portativ cu rezistență de descărcare.

un curent de descărcare mare astfel încît tensiunea citită să corespundă condițiilor de funcționare reale ale elementului. Aparatul indică valori aproximative, dar suficient de exacte pentru un examen sumar ; el este folosit pe scară largă în stațiile de încărcare, pentru a se stabili dacă bateriile necesită o simplă încărcare sau o revizie și reparare în atelier.

Folosirea voltmetrului de tablou este limitată practic la măsurarea tensiunii generale a bateriei și a tensiunii față de pămînt. Pentru urmărirea îndeaproape a funcționării bateriei se folosește în mod obligatoriu voltmetrul portativ. La măsurarea

potențialului de electrod al plăcilor pozitive și separat al celor negative se utilizează un electrod auxiliar fixat la unul din vîrfurile de contact ale voltmetrului: electrodul auxiliar se introduce în electrolit.

Ampermetrul bateriei este de obicei un aparat de tablou; în anumite cazuri, de exemplu la automobile, este necesar un ampermetru portativ care se leagă prin șunt și se folosește pentru măsurarea curentului de pornire a motorului; operația se efectuează în cadrul reviziilor sau în atelier.

Voltmetrul și ampermetrul trebuie să fie iluminate direct și privite drept, astfel încît umbra acului indicator să nu fie văzută. Aparatele portative trebuie ținute sau așezate în poziția indicată de constructor. După aplicarea pe conexiuni a vîrfurilor de contact, acestea trebuie rotite ușor; oscilațiile acului indică un contact imperfect.

Aparatele înregistrătoare (voltmetru, ampermetru, amperorămetru și wattmetru) completează aparatele de măsurat ale instalațiilor; ele sînt deosebit de utile și se recomandă a fi utilizate pe scară tot mai mare.

Megohmmetrul este folosit pentru determinarea rezistenței de izolație a bateriei și pentru identificarea neetanșeității vaselor de ebonită.

Termometrul folosit la acumulatoare este de construcție obișnuită, cu diviziuni în grade Celsius. Forma și dimensiunile sale nu au o mare importanță; el trebuie totuși să aibă un diametru destul de mic, pentru a pătrunde prin capacul elementelor mici și o lungime care să permită citirea temperaturii fără scoaterea termometrului din electrolit, ceea ce ar putea provoca erori. În timpul tratamentelor, termometrul nu se scoate din elementul aflat sub control; se impune deci ca în instalațiile cu multe elemente să existe mai multe termometre. Termometrele trebuie ferite de lovituri; ele se păstrează curate, în tuburi protectoare cu vată la fund, depozitate în dulapul bateriei. O măsurare durează circa 20 secunde. Temperatura conexiunilor dintre elemente se determină așezîndu-se termometrul vertical, în contact cu conexiunea. Se înfășoară rezervorul termometrului cu vată, sau, mai bine, cu o foiță de staniol, pentru a se intensifica cedarea de căldură de la conexiune la termometru.

Areometrul sau densimetrul este aparatul cu care se poate urmări mersul efectiv al operaţiilor de încărcare şi de descărcare prin măsurarea greutăţii specifice a electrolitului. Cu ajutorul lui se realizează o exploatare raţională a acumulatoarelor cu plăci de plumb şi se fac observaţii preţioase în revizia şi în tratamentul acestora.

Construcţia lui este asemănătoare cu a areometrelor folosite pentru alte fluide, dar forma şi dimensiunile sînt adaptate modului de utilizare. Pentru măsurarea aproximativă a greutăţii specifice a electrolitului acumulatoarelor automobilelor se folosesc adesea în exploatare densimetre de dimensiuni foarte mici care nu au cifre, ci numai linii colorate, cu indicaţiile „încărcat" şi „descărcat". Au fost construite şi densimetre cuprinse în cutia acumulatorului, care arată, cu ajutorul unor bile, dacă acumulatorul este încărcat sau nu; aceste densimetre întîlnite foarte rar nu sînt suficiente, controlul efectiv al concentraţiei electrolitului fiind posibil numai cu instrumente corespunzătoare care permit urmărirea variaţiilor mai mici. Areometrele sînt gradate în g/cm³ sau în grade Beaumé; diviziunile trebuie să fie de ordinul a 0,01 g/cm³. Această condiţie poate fi îndeplinită cu uşurinţă de elementele staţionare la care areometrul se poate mişca în voie, dar la acumulatoarele transportabile, în deosebi la cele mici, este limitată de cantitatea de electrolit scoasă din vas, în care areometrul poate să plutească. Uneori se folosesc ridicătoare de electrolit cu pară de cauciuc, în care se introduc areometrele (fig. 48); indicaţiile acestora sînt adesea suficiente.

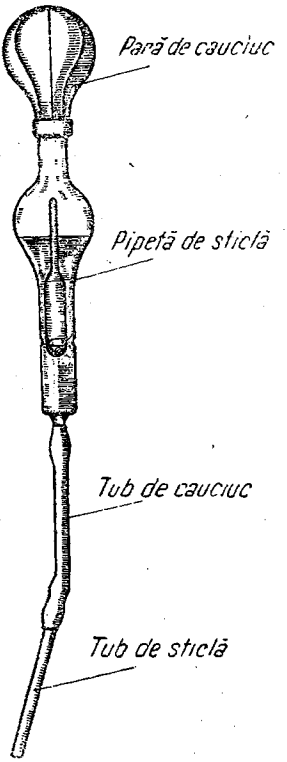


Fig. 48. Areometru în pipetă ridicătoare, pentru acid sulfuric.

Este necesar ca în instalaţiile în care numărul, mărimea şi importanţa bateriilor justifică aceasta, să existe areometre separate pentru încărcare şi pentru descărcare, cu mai multe sub-

diviziuni ; acestea se introduc în eprubete cu picior, umplute cu electrolit cu ajutorul unui ridicător cu pară de cauciuc sau al unei pipete. Greutatea specifică a electrolitului trebuie măsurată, adesea, cu o deosebită precizie. Pot fi înregistrate erori ca urmare a faptului că densimetrul este murdar sau este complet udat de electrolit ; în ambele cazuri densimetrul fiind mai greu indică, greșit, o concentrație mai mică. Areometrul trebuie cufundat în element sau în eprubetă, încet, pentru ca partea care plutește deasupra electrolitului să nu se ude.

Măsurarea greutății specifice trebuie efectuată concomitent cu cea a temperaturii electrolitului pentru a se putea face corectarea necesară.

Eroarea unui areometru nu trebuie să reprezinte mai mult decît jumătate din gradația sa cea mai mică.

Greutatea specifică se măsoară în partea de sus a elementului, unde adeseori electrolitul este mai puțin dens ; greutatea specifică a electrolitului din vas este diferită de a celui din porii materiei active și variază datorită schimbului de concentrație produs de operațiile de încărcare-descărcare. De aceea, măsurările greutății specifice sînt sigure înaintea operațiilor de încărcare-descărcare, după o degajare intensă de gaze care omogenizează concentrațiile și în repaus, după cîteva minute de la deschiderea circuitului, adică după ce difuziunea și-a făcut efectul.

La elementele de dimensiuni mici unde nu s-a adăugat apă distilată, nivelul electrolitului este foarte scăzut și nu permite scoaterea unei cantități de electrolit suficiente pentru plutirea areometrului. Se folosește în acest caz un tub de sticlă cu diametrul de 3—4 mm, care atașat pipetei pătrunde mai adînc între plăci. Trebùie observat ca tubul să nu deterioreze plăcile și separatoarele. Durata măsurării trebuie să fie mică, în special la elementele cu electrolit puțin, iar areometrul trebuie să fie curat pentru a nu da indicații eronate.

Areometrul introdus în pipeta ridicătoare de acid sau în eprubeta cu picior se poate citi corect numai cînd el plutește liber. Este necesar ca direcția privirii să fie în planul suprafeței electrolitului.

Ceasornicul este și el un aparat de măsurat, necesar exploatării acumulatoarelor.

2.3. Echipamentul bateriei de acumulatoare

Rezistența interioară a acumulatorului este mică și permite trecerea unor curenți de încărcare și de descărcare de valori mult superioare curentului nominal, dacă aceștia nu sînt limitați în exteriorul acumulatorului.

La încărcare, curentul poate fi reglat prin reglarea tensiunii sursei. Cînd pentru încărcare se folosesc *generatoare de curent continuu,* se acționează asupra reostatului de excitație; în cazul cînd se folosesc redresoare, acestea se construiesc pentru tensiuni și curenți care se pot regla. Alt mijloc este conectarea în serie cu acumulatorul a unei rezistențe fixe sau variabile, după nevoie. La încărcarea cu curent constant a două sau mai multe baterii în paralel, este necesar ca un reostat variabil să regleze curentul fiecărei baterii, deoarece chiar dacă sînt identice ca tip și construcție, bateriile au rezistențe interioare diferite și primesc prin urmare curenți de valori diferite.

La descărcare, curentul cerut de consumatori (lămpi, aparate) este limitat de rezistența acestora. Cînd bateria debitează pe mașini electrice sau acumulatoare cu f.e.m. proprii, curentul este reglat și prin opoziția celor două f.e.m. (a bateriei și a consumatorului). Cînd curentul cerut de consumatori nu este cunoscut sau are o valoare disproporționată, se înseriază o rezistență de reglare. La instalațiile staționare se folosesc elemente adiționale care, așa cum le arată denumirea, se introduc sau se scot din circuitul bateriei pentru a-i mări sau a-i micșora tensiunea. Operația se execută cu un *comutator de elemente* simplu sau dublu. Comutatorul simplu reglează tensiunea bateriei în cazul descărcării pe o rețea de tensiune dată. Comutatorul dublu face posibilă încărcarea și descărcarea simultană a bateriei pe două rețele de tensiuni diferite.

Generatorul de curent continuu cel mai mult utilizat pentru încărcare este cel cu excitația în derivație, caracterizat prin menținerea aproximativ constantă a tensiunii, independent de valoarea curentului debitat. Împreună cu motorul care îl antrenează acesta formează un *grup electrogen;* dacă motorul este electric, grupul este numit *convertizor.* Pentru perioada finală a încărcării, care cere de obicei un curent mic și o tensiune mare, se folosesc uneori grupuri convertizoare speciale, numite *survoltoare.* Tensiunea generatorului și prin urmare curentul debitat de acesta se reglează cu ajutorul reostatului de excitație.

O altă sursă de curent continuu folosită pentru încărcarea acumulatorului este *redresorul* cu tuburi electronice sau cu rondele semiconductoare, construit pentru tensiuni şi curenţi de valori determinate, reglabile.

Redresorul prezintă unele avantaje deosebite:

— posibilitatea automatizării operaţiilor, întrucît neavînd piese în mişcare, nu necesită supraveghere;

— posibilitatea de a rămîne sub curent alternativ, cu partea de curent continuu neutilizată, fără să consume prea multă energie şi fără să se deterioreze.

Descărcarea acumulatoarelor, pentru tratamente sau pentru efectuarea încercărilor în afara exploatării, se poate face şi prin rezistenţe lichide, a căror construcţie este mai simplă, dar care nu permit o descărcare cu curent riguros constant.

Pe tabloul bateriei, în circuitele de legătură cu reţeaua de încărcare şi cu diverşii consumatori se instalează siguranţe fuzibile sau automate, reglabile pentru curentul maxim admisibil; întrerupătoare acţionate manual, pentru închiderea sau deschiderea circuitului; automate care separă bateria de sursa de încărcare în cazul nefuncţionării acesteia, pentru împiedicarea descărcării acumulatorului.

2.4. Încărcarea şi descărcarea acumulatoarelor cu plăci de plumb

Acumulatorul este considerat în exploatare de la punerea lui în funcţiune pînă la trecerea în reparaţie.

Punerea în funcţiune a acumulatorului nou sau după o reparaţie generală constă în supunerea lui unei încărcări deosebite de încărcarea normală. Încărcarea pentru punerea în funcţiune sau prima încărcare este prescrisă de fabrica producătoare pentru completarea formării plăcilor, în vederea obţinerii unei capacităţi iniţiale mărite. După prima încărcare, acumulatorul poate fi folosit.

În funcţionarea curentă, apar între elementele bateriei neomogenităţi de stare care se remediază prin încărcări prelungite şi eventual prin descărcări de egalizare. În timpul acestor operaţii de egalizare a stării elementelor, bateria nu poate fi folosită.

Folosirea abuzivă, întreţinerea insuficientă şi uzura normală duc la pierderea capacităţii şi la stări anormale, care se elimină

prin încărcări şi descărcări de tratament, efectuate cu mijloacele exploatării, în perioade de repaus, planificate.

Pentru determinarea capacităţii şi pentru calculul randamentului se execută *încărcări şi descărcări controlate* fie în timpul operaţiilor de egalizare, fie după tratamentele de eliminare a stărilor anormale.

În perioada finală a încărcării, după depăşirea tensiunii de 2,4 V pe element, urmează supraîncărcarea însoţită totdeauna de o degajare de gaze, în timpul căreia se desăvîrşeşte încărcarea şi se obţine egalizarea stării elementelor bateriei.

Încărcările şi descărcările potrivite fiecărei situaţii vor fi analizate după prezentarea celor două metode de încărcare a acumulatoarelor, cu curent constant şi cu tensiune constantă, în mai multe variante.

2.4.1. *Metode de încărcare*

Încărcarea cu curent constant. În această metodă, valoarea curentului de încărcare este reglată permanent, acţionîndu-se fie asupra tensiunii generatorului, fie asupra rezistenţei înseriate în circuitul bateriei. Tensiunea acumulatorului, crescînd continuu, face să scadă curentul şi impune astfel obligaţia reglării permanente.

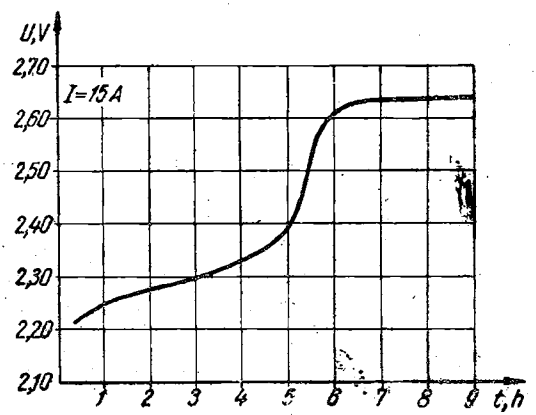


Fig. 49. Încărcarea cu curent constant de valoare normală.

Pentru a se putea face o comparaţie cu alte metode de încărcare, tensiunea, durata supraîncărcării şi degajarea de gaze în cazul încărcării cu curent constant trebuie considerate împreună. În exemplul din fig. 49, curba tensiunii rezultată la încărcarea cu un curent constant de valoare normală (15 A), arată că încărcarea şi supraîncărcarea pînă la tensiunea finală de aproximativ 2,6 V durează 9 h. Se încarcă timp de 6 h 45 min aproximativ 100 Ah şi se supraîncarcă timp

de 2 h 15 min 33,75 Ah. Se observă că degajarea de gaze, care începe la 2,35 V, durează 1 h 20 min, pînă în momentul cînd tensiunea nu mai creşte, semn că încărcarea este terminată, şi încă 3 h 40 min, pînă la sfîrşitul supraîncărcării.

Dacă încărcarea se face cu un curent constant de valoare foarte mare, de exemplu cu dublu curentului normal (30 A) (fig. 50), încărcarea şi supraîncărcarea durează 6 h, iar tensiu-

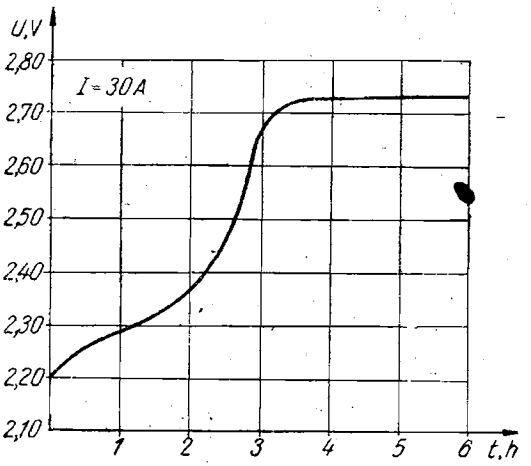


Fig. 50. Incărcarea cu curent constant de valoare foarte mare.

nea finală este de aproximativ 2,74 V. Se încarcă timp de 3 h 20 min 100 Ah şi se supraîncarcă timp de 2 h 40 min 80 Ah. Degajarea de gaze durează 50 min de la 2,35 V pînă la sfîrşitul încărcării şi 3 h 30 min pînă la sfîrşitul supraîncărcării.

Încărcarea cu curent constant de valoare normală şi foarte mare duce la degradarea prematură a plăcilor pozitive, din cauza degajării de gaze (v. § 1.2.5.). În timpul încărcării şi mai ales, al supraîncărcării, temperatura electrolitului creşte foarte mult şi, ajungînd la limita de 45 °C, acesta necesită o pauză pentru terminarea operaţiei. Inconvenientele arătate sînt reduse în cazul încărcării cu curent continuu, constant în trepte.

Încărcarea cu curent în trepte. Încărcarea prin această metodă începe cu un curent iniţial foarte mare care se micşorează pînă la valoarea normală şi apoi pînă la o treime din aceasta (fig. 51). Măsurările au fost făcute la 15 °C şi la 35 °C ; pentru a evidenţia efectul temperaturii, curentul a fost micşorat de la 30 la

15 A cînd tensiunea a ajuns la 2,45 V şi apoi la 5 A cînd tensiunea a atins valoarea de 2,5 V, adică în momentul cînd degajarea de gaze a fost mare. Încărcarea şi supraîncărcarea durează 8 h 20 min (se încarcă 75 Ah în prima treaptă şi 27 Ah în a

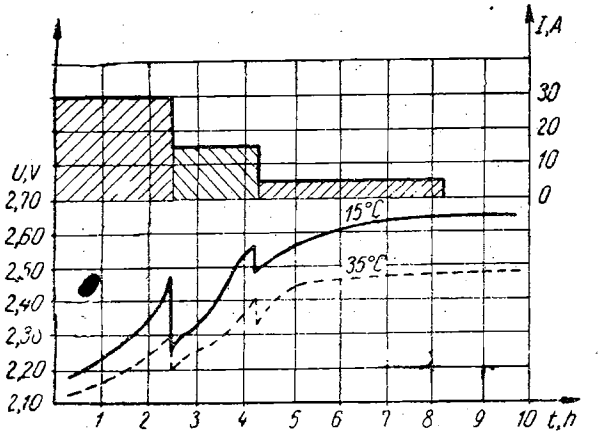


Fig. 51. Încărcarea cu curent în trepte, începută cu un curent foarte mare.

doua treaptă şi se supraîncarcă 20 Ah). Se observă că la 35 °C încărcarea este aproape complet terminată înainte de a începe degajarea de gaze. La temperatura de 15 °C, timp de 1 h 15 min, încărcarea este concomitentă cu degajarea de gaze. Tensiunea finală este mai mică la temperatură ridicată.

Această metodă este utilizată în cazul cînd timpul de încărcare nu este limitat. Încărcarea se efectuează complet, iar solicitarea materiei active este mică, deoarece curentul este redus în faza finală. Degajarea de gaze este mai mică. Este recomandabil ca încărcarea să înceapă cu curentul normal, a cărui valoare se reduce prima dată la 40% şi a doua oară la 20%; atît prima cît şi a doua reducere trebuie să se facă atunci cînd tensiunea ajunge la 2,4 V pe element. Încărcarea poate începe la nevoie şi cu un curent foarte mare, de exemplu cu dublul curentului normal, redus de trei ori; prima oară la valoarea curentului normal, apoi la 40% şi în sfîşit, la 20% din valoarea acestuia. Reducerea curentului se face ca mai înainte, cînd tensiunea ajunge la 2,4 V pe element.

Încărcarea cu curent în trepte, cu pauze. În cazul acestei metode timpul de încărcare este mai lung, fiindcă încărcarea se întrerupe şi se reîncepe cu un curent micşorat, după o pauză

de 1—2 h. Pauzele permit o bună difuziune, tensiunea finală este redusă, iar temperatura nu împiedică efectuarea încărcării. Metoda se aplică îndeosebi în tratamentul stărilor anormale, dar este foarte eficace şi în cazul încărcărilor de egalizare. Valoarea curentului de încărcare se stabileşte ca în cazul precedent.

Această metodă este obligatorie la punerea în funcţiune a bateriilor mijlocii şi mari, noi, sau după reparaţii capitale. Valoarea curentului şi durata pauzelor sînt stabilite de fabrica constructoare.

Încărcarea parţială cu curent constant de valoare foarte mare. Această metodă, numită şi încărcare rapidă, se aplică în cazul cînd timpul de încărcare este limitat. Operaţia se opreşte cînd tensiunea ajunge la 2,3 V pe element şi începe degajarea de gaze. Dacă descărcarea a fost completă, bateria poate fi încărcată, fără degajare de gaze pînă la 80—90% din capacitatea sa; după descărcări parţiale, metoda permite, în aceleaşi condiţii, încărcarea pînă la mai puţin de 80% din capacitatea bateriei, fiindcă în acest caz tensiunea elementelor creşte mai repede.

Încărcarea parţială permite folosirea în două-trei schimburi a unei singure baterii, în încărcare-descărcare. După cîteva cicluri de funcţionare cu o capacitate parţială, bateria suferă sulfatări, iar neomogenităţile de stare ale elementelor sînt tot mai pronunţate. Se impun încărcări de egalizare, urmate eventual de descărcări complete, pentru a se pune în activitate întreaga masă activă a plăcilor.

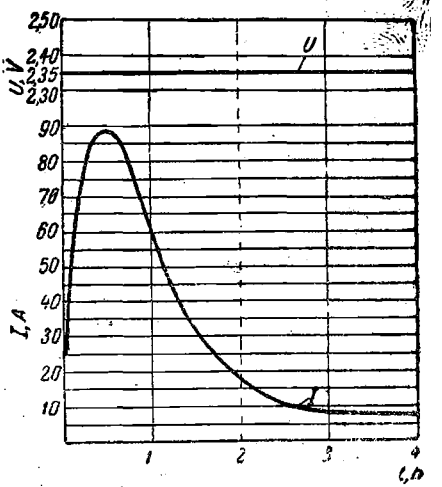


Fig. 52. Încărcarea cu tensiune constantă, fără rezistenţă adiţională.

Încărcarea cu tensiune constantă fără rezistenţă adiţională. In această metodă, tensiunea sursei se menţine la o valoare constantă în tot timpul operaţiei. Curentul este reglat de tensiunea bateriei care creşte în tot timpul încărcării; el atinge valori foarte mari la început, îndeosebi dacă bateria este complet descărcată. Variaţia curentului la încărcare şi la supraîncărcare cu tensiune constantă este foarte mare. Curba din fig. 52 arată că încărcarea este

foarte rapidă, iar supraîncărcarea produce degajări mici de gaze, curentul final fiind foarte redus.

Încărcarea cu tensiune constantă, cu rezistență adițională. Uneori sursa de încărcare nu poate furniza curenții mari ceruți în faza inițială a încărcării cu tensiune constantă. Pe de altă parte, nu toate circuitele și aparatele pot suporta asemenea curenți. De aceea, se limitează curentul cu ajutorul unei rezistențe fixe înseriate în circuitul bateriei, denumită rezistență adițională. În acest caz încărcarea se realizează cu un curent mai mic și durează mai mult (fig. 53); supraîncărcarea este de durată mai mare și este însoțită de degajare de gaze.

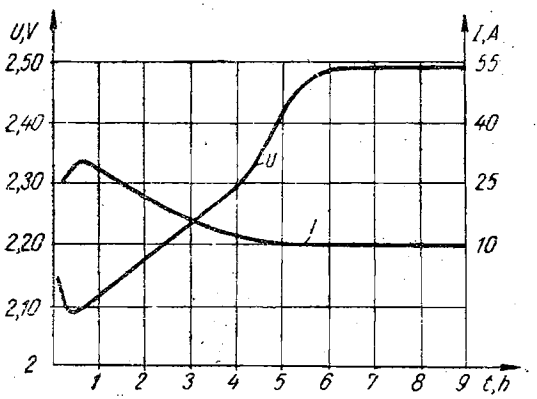


Fig. 53. Încărcarea cu tensiune constantă, cu rezistență adițională.

Dacă valoarea rezistenței adiționale este mică, se poate observa că încărcarea este asemănătoare încărcării cu tensiune constantă, curentul inițial avînd o valoare mare. Dacă se folosește o rezistență adițională de valoare mai mare, curba curentului se apropie de forma curbei din cazul încărcării cu curent constant.

Comparații între diferitele metode de încărcare. Timpul de încărcare completă, inclusiv supraîncărcarea necesară egalizării stării elementelor, este comparabil atît în metoda cu curent constant cît și în cea cu tensiune constantă. Puterea necesară sursei este mai mare în cazul al doilea, dar cere o supraveghere redusă.

Încărcarea parțială, pînă la 90% din capacitate, se realizează în timpul cel mai scurt prin metoda cu tensiune constantă,

fără rezistență adițională, întrerupîndu-se încărcarea la începerea degajării de gaze. În condiții identice, timpul este mai lung în cazul încărcării cu rezistență adițională. Încărcările parțiale impun încărcări periodice de egalizare. Încărcarea parțială (pînă la 90%) cu curent constant de valoare foarte mare, întreruptă la începerea degajării de gaze, durează mai mult decît încărcarea cu tensiune constantă prin rezistență adițională, dar prezintă avantajul de a permite urmărirea cu ușurință a cantității de electricitate cu care a fost încărcat acumulatorul și a funcționării acestuia.

Deoarece o baterie complet descărcată primește, la încărcarea cu tensiune constantă, un curent inițial mai mare decît o baterie descărcată parțial, rezultă că la aceeași capacitate prima baterie se încarcă într-un timp mai scurt.

Randamentul este mai bun în cazul încărcării cu tensiune constantă, întrucît pierderile prin degajare de gaze sînt mai mici.

Durata de funcționare a acumulatorului nu este influențată apreciabil de metoda de încărcare.

Instalația de încărcare este folosită mai bine în cazul încărcării cu curent constant, fiindcă nu cere putere mare în faza inițială.

Încărcarea automată se execută mai bine cu tensiune constantă, în timp ce încărcarea cu curent constant cere o reglare și o supraveghere continuă.

Determinările capacității și randamentului se efectuează prin descărcări și încărcări controlate, numai cu curent constant, pentru stabilirea cît mai exactă a cantității de electricitate debitate, respectiv primite.

Metoda de încărcare corespunzătoare diferitelor utilizări ale acumulatoarelor și diferitelor situații întîlnite în exploatare poate fi aleasă pe baza următoarelor criterii :

— în cazul utilizării în încărcare-descărcare poate fi aplicată oricare dintre metodele de încărcare în raport cu cerințele locale ;

— în cazul utilizării în tampon, tampon-descărcare-tampon și încărcare permanentă, se impun metode de încărcare cu tensiune constantă ;

— încărcările de tratament, încercările și punerea în funcțiune cer curent constant.

2.4.2 *Valoarea curentului şi a tensiunii de încărcare*

Timpul necesar încărcării este hotărîtor, fiindcă în toate împrejurările (tampon, încărcare permanentă şi îndeosebi încărcare-descărcare, cum şi în celelalte situaţii descrise) o baterie descărcată este scoasă din uz. Timpul este condiţionat, la rîndul său, de valoarea curentului de încărcare admis de acumulator şi de instalaţie.

Valoarea curentului de încărcare este determinată de metoda de încărcare şi de factorii care permit reglarea curentului.

După cum s-a stabilit (v. § 1.2.1.), tensiunea U la bornele acumulatorului creşte cu f. e. m. şi este micşorată de căderea de tensiune. Dacă se notează tensiunea la bornele sursei cu U_s, rezistenţa circuitului exterior dintre acumulator şi sursă cu r, iar curentul care străbate acest circuit cu I, se poate scrie:

$$U_s = U + rI,$$

adică:

$$I = \frac{U_s - U}{r}.$$

Relaţia arată că valoarea curentului I care trece prin circuit depinde de diferenţa dintre cele două tensiuni. Cînd tensiunea la borne este egală cu cea a sursei de încărcare, prin acumulator nu va circula nici un curent. Dacă tensiunea U la borne este mai mare, bateria debitează un curent de descărcare; invers, dacă tensiunea U_s a sursei este mai mare, bateria se încarcă. Dacă rezistenţa r este mare, curentul este micşorat şi invers.

Aşa cum s-a arătat, valoarea curentului de încărcare depinde de tensiunea sursei (reglarea tensiunii se face acţionîndu-se asupra reostatului de excitaţie al generatorului), tensiunea la bornele acumulatorului (prin numărul variabil de elemente introduse în circuit cu ajutorul comutatorului de elemente adiţionale) şi de rezistenţa circuitului, a conexiunilor şi a cablurilor. Dacă tensiunea sursei nu poate fi reglată, se reglează curentul, instalîndu-se un reostat în serie cu acumulatorul.

Valoarea curentului în cazul încărcării cu curent constant. Standardele acumulatoarelor fabricate în R.P.R. indică valoarea maximă a curentului, înţeleasă ca valoare normală, în cazul încărcării cu curent constant.

Pentru indicarea capacităţii în diferite regimuri de încărcare şi a curentului de încărcare constant, vom folosi notaţiile: C_{20},

C_{10}, $C_{7,5}$, C_5, C_3, C_2, C_1 pentru capacităţile în amper-ore, în cazul regimului de descărcare cu curent constant, în timp de 20 ; 10 ; 7,5 ; 5 ; 3 ; 2 şi 1 h ;

0,065 C_{10}, 0,1 C_{10}, 0,2 C_5, 0,33 C_3, 3 C_{10} etc. pentru curenţii de încărcare corespunzători în A. De exemplu notaţia 0,1 C_{10} înseamnă că încărcarea sau descărcarea se face cu un curent a cărui valoare în amperi este egală cu 0,1 din valoarea capacităţii, în amper-ore, în cazul descărcării în 10 h.

La încărcarea cu curent constant, plăcile pozitive de mare suprafaţă şi cele negative sac admit un curent normal, de 0,33 C_3 [A], în timp ce plăcile pastate pentru tracţiune admit numai 0,2 C_5 [A], plăcile pastate pentru automobile admit, la prima încărcare, un curent de numai 0,065 C_{10} [A] şi apoi 0,1 C_{10} [A].

Încărcarea în trepte poate începe cu un curent foarte mare, ale cărui valori pot fi : (0,66 ... 1) C_3 [A], pentru plăcile de mare suprafaţă şi sac ; (0,4 ... 0,6) C_5 [A] pentru plăcile pastate ale acumulatoarelor de tracţiune şi (0,2 ... 0,3) C_{10} [A] pentru acumulatoarele de autovehicule după punerea în funcţiune.

Încărcarea parţială poate fi efectuată cu un curent de : 1,33 C_3 [A] pentru plăcile de mare suprafaţă şi sac ; 0,8 C_5 [A] pentru plăcile pastate de tracţiune ; 0,4 C_{10} [A] pentru plăcile acumulatoarelor de autovehicule, dacă starea bateriei permite acest curent ; la tensiunea de 2,4 V pe element, încărcarea trebuie neapărat oprită.

Încărcările de egalizare sînt de obicei supraîncărcări cu un curent constant, redus la 1/4 din curentul normal.

Incercările se efectuează cu curent constant, în regimul de funcţionare obişnuit al bateriei, în afara cazului funcţionării prin descărcări de şoc, cînd se fac determinări de capacitate, la C_5 sau C_{10} [Ah].

Prima încărcare cere un curent constant de valoare mijlocie, cuprins de regulă între 60% şi 200% din curentul normal.

În cazul în care caracteristicile acumulatorului care trebuie încărcat cu curent constant nu sînt cunoscute, capacitatea şi curentul de încărcare pot fi aproximate pe baza construcţiei plăcilor şi a dimensiunilor acestora, aşa cum se arată în tabela 30. Suprafaţa aparentă a plăcii este egală cu dublul produsului dintre lungime şi lăţime, deoarece placa funcţionează cu ambele feţe.

Valoarea tensiunii sursei, în cazul încărcării cu tensiune constantă. Tensiunea sursei de încărcare se stabileşte la maximum

Tabela 30

Aprecierea valorilor curenților de încărcare și descărcare și a capacității acumulatorului după construcția, domeniul de utilizare și dimensiunile plăcilor

Construcția plăcilor (+)	Construcția plăcilor (−)	Domeniul de utilizare	Dimensiunile plăcilor	Densitatea curentului, în A/dm² raportată la suprafața aparentă a plăcii pozitive (2 · lungimea · lățimea) fără urechi, (valori aproximative)			
				Încărcarea		Descărcarea	
				cu curent constant	cu curent constant în trepte	în 5 h	în 10 h
Grătar pastat		de radio	mari	0,57		—	0,57
idem		de autovehicule	mici	0,25		—	0,36
idem		idem	mari	0,26		—	0,39
De mare suprafață sac		staționare	mici		1,62	1,12	0,65
idem	idem	idem	mari		1,45	0,99	0,98
idem	idem	de tracțiune	mici		1,55	1,04	0,64
idem	idem	idem	mari		1,56	1,03	0,65
Grătar pastat		idem	mici		0,96	0,96	
idem		idem	mari		0,98	0,98	

2,35 V pe element. Curentul rezultat este foarte mare cînd bateria folosită în încărcare-descărcare este descărcată complet. În general nu se depășește tensiunea de 2,25 V pe element, în raport cu timpul disponibil pentru încărcare.

La bateriile folosite în tampon, tensiunea sursei de încărcare se reglează după durata descărcării și după numărul de descărcări efectuate într-o perioadă dată. Dacă bateria se descarcă puțin și rar, tensiunea se reglează la 2,2 V pe element; ea se mărește la 2,25 V în cazul solicitărilor lungi și repetate.

În încărcare permanentă, tensiunea sursei trebuie să fie de 2,15 V pe element.

În cazul încărcării permanente, bateria funcționînd extrem de puțin, alegerea tensiunii are o importanță deosebită, deoarece un curent prea mare uzează excesiv bateria și necesită completarea frecventă cu apă distilată a electrolitului, iar un curent prea mic nu menține încărcarea bateriei, ceea ce se constată prin scăderea concentrației electrolitului.

Trebuie observat că variațiile mici ale tensiunii duc la variații mai mari ale curentului.

Regula generală la încărcarea cu tensiune constantă este ca inițial să se aplice tensiunea indicată de fabrica constructoare și să se corecteze valorile acesteia conform observațiilor efectuate în exploatare în ce privește valoarea curentului, durata operației și comportarea bateriei.

In cazul folosirii bateriei în încărcare permanentă se începe, de exemplu, cu o tensiune constantă de 2,15 V pe element; după o lună se execută o încărcare de egalizare controlată. Se aplică, în continuare, o tensiune de 2,13 V pe element; după a doua lună durata încărcării de egalizare controlată va arăta dacă este cazul să se revină la 2,15 V, la 2,14 V sau la 2,12 V pe element. Tensiunea trebuie modificată apoi la trei sau la șase luni, dacă nu se schimbă condițiile de exploatare.

La utilizarea bateriei în încărcare-descărcare și tampon, tensiunea constantă a sursei se reglează în același mod, după situația locală (săptămînal dacă este necesar), începînd de la 2,20 V pe element, pînă la găsirea valorii optime care permite încărcarea în minimum de timp cu degajare minimă de gaze.

2.4.3. *Polaritatea acumulatoarelor*

Trecerea prin acumulator a unui curent de încărcare de sens invers duce la inversarea polarității, care dacă nu este observată provoacă degradarea plăcilor. Pentru a se preîntîmpina acest neajuns, semnele + și — sînt marcate vizibil la bornele acumulatorului și ale sursei de încărcare (borna + se colorează în roșu iar borna —, în albastru). Între dimensiunile bornelor + și — există diferențe vizibile. Cînd semnele de polaritate lipsesc, aceasta poate fi determinată după culoarea castanie a plăcilor pozitive și cea cenușie a plăcilor negative. În plus, plăcile pozitive se află de regulă între două plăci negative, astfel că prima și ultima placă din element sînt negative. Plăcile de mare suprafață și cele blindate sînt numai pozitive; plăcile sac sînt numai negative.

Polaritatea acumulatorului încărcat și cea a sursei de încărcare pot fi determinate cu ajutorul unui voltmetru. În lipsa unui astfel de aparat, se leagă la bornele sursei sau ale acumulatorului două bucăți de cablu, ale căror capete se aplică pe o hîrtie de turnesol roșie, umezită cu o soluție salină; la polul negativ apare o pată albăstruie; la fel o bucată de hîrtie sugativă umedă, impregnată cu fenolftaleină indică polul negativ printr-o pată roșie; un pahar de apă cu cîteva picături de acid sul-

furic indică polul negativ printr-o degajare de gaze mai abundentă ; dacă se introduc capetele cablurilor într-o bucată de cartof crud, proaspăt tăiat, la polul negativ se produce o spumă iar la polul pozitiv o pată verzuie.

Se impune ca polaritatea acumulatorului şi cea a sursei de încărcare să fie marcate vizibil pe borne, pe cutie, pe papucii de cablu etc., iar sursa să fie conectată la acumulator între polii de acelaşi semn. Trebuie observat că, în anumite împrejurări, polaritatea generatorului se poate inversa accidental ; aparatele de măsurat de pe tabloul de distribuţie trebuie să indice schimbarea polarităţii.

2.4.4. *Punerea în funcţiune a bateriei*

Plăcile ieşite din fabricaţie au o capacitate iniţială mai mică decît cea nominală. În R.P.R., conform STAS 443—446-52 se admite, pentru plăcile pozitive de mare suprafaţă şi pentru plăcile negative sac, o capacitate iniţială de 90%; pentru plăcile pastate, de autovehicule — 90%; pentru plăcile de tracţiune tip Ky — 70...75%. Această situaţie este posibilă deoarece majoritatea bateriilor nu au neapărat nevoie de o capacitate iniţială mare.

Formarea completă în fabrică măreşte costul acumulatoarelor şi le micşorează durata de funcţionare cu numărul de cicluri necesare desăvîrşirii formării. Pe de altă parte, plăcile de mare suprafaţă complet formate suferă mai uşor stricăciuni în timpul manipulării şi al transportului de la fabrică la locul montării. Punerea în funcţiune a acumulatoarelor (prima încărcare) are deci rolul de a asigura capacitatea iniţială dorită.

La automobile se folosesc şi baterii încărcate, uscate. Punerea în funcţiune a acestora se realizează prin simpla umplere cu acid sulfuric ; fără încărcare, bateria are o capacitate iniţială suficientă şi poate fi folosită imediat.

Cea mai mare parte a acumulatoarelor se pun în funcţiune prin umplere şi încărcare. Dacă este nevoie de o capacitate iniţială mai mare, bateria este supusă unei serii de încărcări cu curent normal şi descărcări în regimul în care va funcţiona în mod obişnuit. În continuare se vor analiza diferite cazuri.

Plăci de mare suprafaţă şi sac, cu prima încărcare, în baterii staţionare. Culoarea plăcilor pozitive este în acest caz albă. Se toarnă în vase o soluţie de acid sulfuric pentru acumulatoare (STAS 164-51) în apă distilată, cu greutatea specifică de

1,18 g/cm³, pînă la nivelul normal, şi se lasă în repaus 6—12 h, în care timp plăcile şi separatoarele dintre plăci se îmbibă bine cu electrolit. În timpul operaţiei temperatura creşte, deci electrolitul întrebuinţat nu trebuie să fie cald. Este neapărat necesar ca umplerea să fie făcută foarte repede, pentru ca între umplerea primului şi ultimului element al bateriei să nu treacă prea mult timp. Acidul sulfatează plăcile şi, dacă umplerea durează prea mult, se constată diferenţe apreciabile de stare între elementele bateriei.

Încărcarea se execută cu un curent constant a cărui valoare maximă pentru fiecare placă pozitivă este:

7 A pentru tipul L1; 14 A pentru tipul L2; 28 A pentru tipul L4.

Se aplică metoda de încărcare cu curent constant, cu pauze, încărcarea durează 14—16 h neîntrerupt, pînă cînd se constată că plăcile pozitive încep să capete culoarea castanie a peroxidului de plumb; concentraţia electrolitului creşte şi plăcile degajă gaze. Încărcarea se întrerupe timp de 1 h şi se reia, cu acelaşi curent, timp de 6 h, apoi urmează perioade succesive de 3 h, 2 h, 2 h, 1 h, 1 h, întrerupte prin pauze de 1 h, pînă cînd bateria se încarcă cu o cantitate de electricitate de 8 ... 10 C_{10} [Ah]. Continuitatea încărcării pînă la prima pauză are o importanţă deosebită şi nu trebuie întreruptă înainte de 12 h.

Plăci de mare suprafaţă şi sac, cu a doua încărcare, în baterii staţionare pentru tracţiune sau telecomunicaţii. Culoarea plăcilor pozitive este în acest caz castanie. Acidul sulfuric necesar pentru umplere are o greutate specifică de 1,20 g/cm³. Desfăşurarea operaţiei este identică celei precedente, curentul constant fiind de cel mult 0,2 C_{10} [A], iar durata încărcării, corespunzătoare capacităţii de 6 ... 8 C_{10} [Ah].

Plăci grătar pastate. Acumulatoarele pentru autovehicule sînt umplute cu soluţie de acid sulfuric STAS 164-51 cu greutatea specifică de 1,285 g/cm³, în cazul cînd separatoarele sînt de lemn riglate, umede şi de 1,25 g/cm³, în celelalte cazuri. Încărcarea se efectuează după 6—12 h de la umplere, cu curent constant de cel mult 0,06 C_{10} [A], fără întrerupere timp de 50—70 h.

Acumulatoarele pentru tracţiune sînt umplute cu soluţie de acid sulfuric STAS 164-51 cu greutatea specifică de 1,283 g/cm³, cînd separatoarele sînt de lemn riglate, umede, sau de 1,24 g/cm³, cînd sînt prevăzute cu alte separatoare. Încărcarea se face cu un curent constant de 0,1 C_5 [A], timp de 60 h fără întrerupere, după care bateria se descarcă cu 0,2 C_5 [A], pînă la tensiunea

de 1,7 V pe element ; după o pauză de 2 h, se repetă încărcarea timp de 60 h şi apoi descărcarea.

Capacitatea iniţială fiind de numai 70—75% din capacitatea nominală, este necesar uneori un tratament de adîncire a formării plăcilor ; în acest scop se execută două-trei cicluri de descărcare cu cel mult 0,2 C_5 [A], urmate de o încărcare cu cel mult 0,2 C_5 [A], timp de 7—8 h.

Acumulatoarele pentru telecomunicaţii sînt umplute cu electrolit de 1,24 g/cm³ şi se încarcă cu cel mult 0,1 C_{10} [A] (se recomandă însă 0,06 C_{10} [A]). Încărcarea neîntreruptă este terminată cînd acumulatorul a primit o cantitate de electricitate de 5 C_{10} [Ah].

Observaţii. Punerea în funcţiune a acumulatoarelor de toate construcţiile şi de toate tipurile impune reguli comune :

— Încărcarea şi descărcarea trebuie să fie controlate, iar datele să fie înregistrate.

— Prima încărcare este condusă după timpul prescris de fabrica constructoare. La următoarele încercări se ţine seama de indiciile sfîrşitului încărcării (tensiunea şi concentraţia electrolitului nu mai cresc timp de 1—4 h, timp prescris de asemenea de fabrica constructoare).

— Descărcarea este terminată şi trebuie întreruptă cînd unul din elemente a ajuns la tensiunea prescrisă.

— Încărcarea trebuie întreruptă cînd temperatura electrolitului unui element a atins valoarea de +40 °C.

— Concentraţia normală a electrolitului, după încărcarea de punere în funcţiune, trebuie să aibă, la temperatura de referinţă de +25 °C, valorile :

1,205±0,005 g/cm³ la plăcile de mare suprafaţă şi sac ;

1,25 ±0,005 g/cm³ la plăcile pastate fără separatoare sau cu alte separatoare decît cele de lemn riglate, umede ;

1,285±0,005 g/cm³, idem cu separatoare de lemn riglate, umede ;

1,24 ±0,005 g/cm³ la plăcile pastate pentru tracţiune, cu alte separatoare decît cele de lemn riglate (microporoase, vată de sticlă etc.) ;

1,28 ±0,005 g/cm³, idem cu separatoare de lemn riglate.

— Trebuie completat electrolitul pentru ca în toate elementele să fie nivelul normal.

— Greutatea specifică a electrolitului trebuie să fie aceeaşi la toate elementele bateriei.

— Tensiunile elementelor bateriei nu trebuie să difere între ele cu mai mult decît 0,1 V, în timpul încărcării cu curent constant de 0,1 C_{10} [A], sau, la elementele de tracţiune cu plăci pastate, 0,2 C_5 [A].

2.4.5. *Scheme de încărcare*

Schema electrică a unei instalaţii cu două baterii identice, care funcţionează pe rînd în încărcare-descărcare este reprezentată în fig. 54. Încărcarea se face cu curent constant, reglabil cu ajutorul unei rezistenţe variabile.

În cazul schemei din fig. 55 este arătată o baterie staționară cu comutator simplu de elemente adiționale.

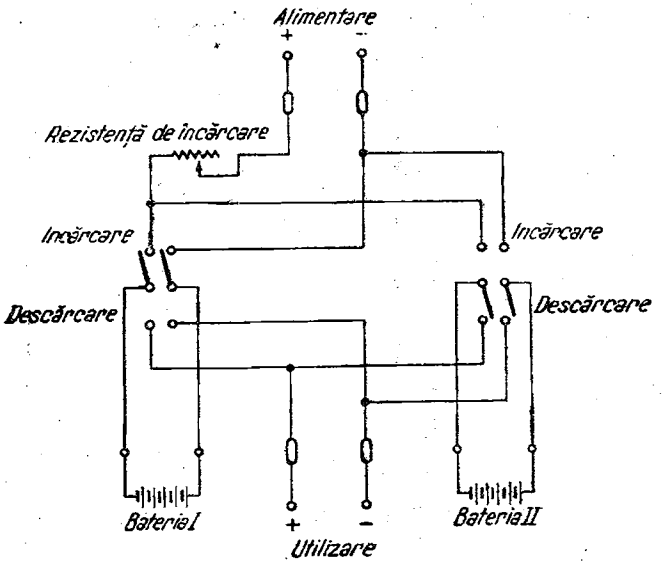


Fig. 54. Schema unei instalații electrice cu două baterii identice, folosite pe rînd în încărcare-descărcare.

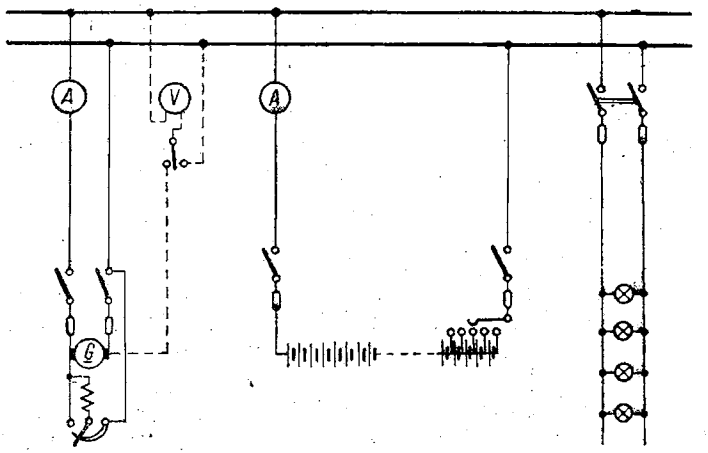


Fig. 55. Schema unei instalații cu comutator simplu de elemente adiționale.

Aşa cum se vede din fig. 56 bateria poate funcţiona în tampon, încărcare permanentă sau încărcare-descărcare, pentru o tensiune dată a generatorului şi a reţelei. Tensiunea variabilă a elementelor, la încărcare şi la descărcare, se reglează la valoa-

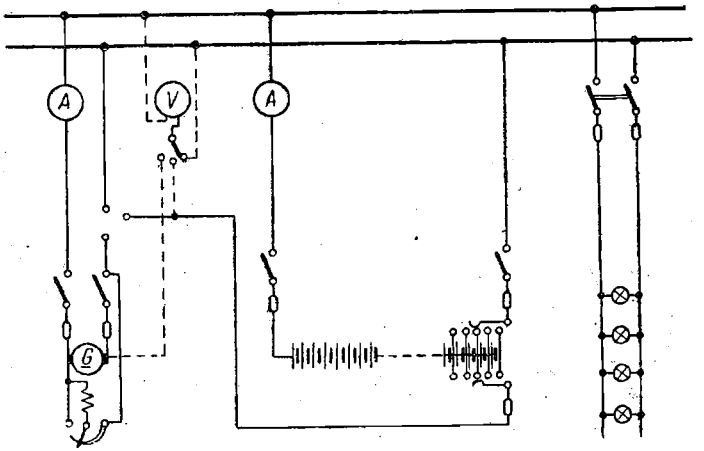


Fig. 56. Schema unei instalaţii cu comutator dublu de elemente adiţionale.

rea tensiunii reţelei, prin schimbarea numărului de elemente ale bateriei, cu ajutorul elementelor adiţionale introduse sau scoase din circuit printr-un comutator dublu.

Încărcarea unei baterii poate fi realizată fără supraveghere, cu un dispozitiv automat care deschide circuitul cînd încărcarea este completă şi fereşte bateria de supraîncărcări exagerate.

Tensiunea finală de încărcare este de circa 2,7 V pe element. Peste 2,4 V tensiunea creşte brusc; s-a constatat că perioada de încărcare de la 2,4 pînă la 2,7 V durează totdeauna acelaşi număr de ore, indiferent de timpul necesar primei perioade de încărcare (pînă la 2,4 V), adică indiferent dacă descărcarea anterioară a fost completă sau parţială.

Oprirea la timp a încărcării se face în condiţii deosebit de bune cu ajutorul întrerupătorului automat Pöhler (fig. 57). Încărcarea se face cu tensiune constantă prin rezistenţa adiţională *R*.

Iniţial, mecanismul ceasornicului *C* este reglat să acţioneze după trecerea numărului de ore necesar încărcării complete a bateriei, iar întrerupătorul *I* este închis cu mîna. În acest fel,

atît releul *B* cît şi bateria sînt puse sub tensiune. Armătura releului va acţiona însă asupra ceasornicului, numai după ce tensiunea la bornele bateriei a ajuns la valoarea de 2,4 V înmulţită cu numărul elementelor înseriate, adică la începerea perioa-

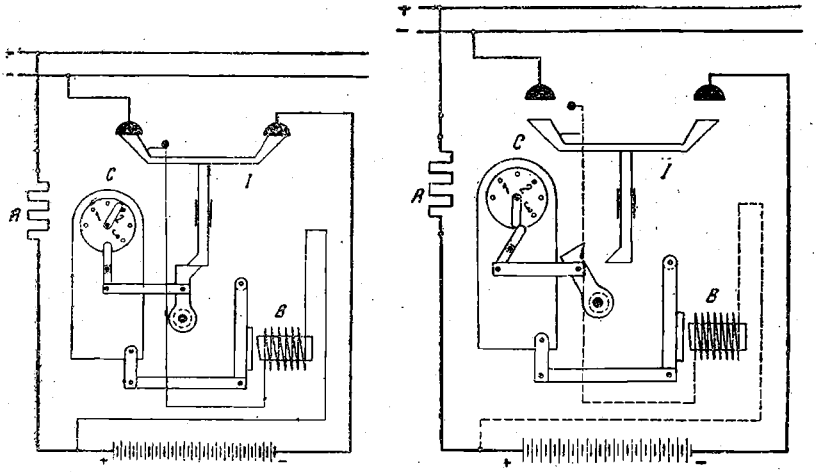


Fig. 57. Montaj pentru încărcare cu întrerupător automat Pöhler.

dei finale de încărcare. În acest caz, ceasornicul va fi pus în funcţiune, iar după parcurgerea numărului de ore stabilit va deschide circuitul de încărcare a bateriei şi de alimentare a releului.

2.4.6. *Încărcarea şi descărcarea în timpul funcţiunii*

După punerea în funcţiune, acumulatorul este supus operaţiilor cerute de instalaţia respectivă: încărcări şi descărcări planificate de egalizare şi de tratare a stărilor anormale, urmate la nevoie de încercări de capacitate.

Varietatea tipurilor de acumulatoare şi a condiţiilor de utilizare creează condiţii particulare, care nu pot fi toate analizate: se va formula de aceea, în continuarea observaţiilor făcute cu ocazia analizei punerii în funcţiune, cîteva observaţii generale.

— Încărcarea exagerată sau nefolosirea acumulatorului scurtează durata sa de funcţionare.

— Încărcarea incompletă a acumulatorului îi periclitează funcționarea și-l poate scoate mai repede din uz.

— Încărcarea trebuie să urmeze îndată după o descărcare completă; ea poate începe la 20 min după oprirea descărcării; dacă începe după 2—3 h, nu are loc nici o defecțiune; după 2—3 zile însă bateria este sulfatată mult mai intens decît la terminarea descărcării.

— Încărcarea trebuie controlată după indicațiile aparatelor de măsurat, nefiind întreruptă decît după apariția semnelor care indică sfîrșitul încărcării și anume:

degajarea intensă de gaze, atît la plăcile pozitive cît și la cele negative, sub curentul de încărcare: la bateriile mici aceasta apare la curentul constant normal, iar la bateriile mai mari la curentul redus al ultimei trepte de încărcare cu curent constant în trepte sau la sfîrșitul încărcării cu tensiune constantă;

tensiunea la borne nu crește timp de 2 h; ea poate să scadă, cu creșterea temperaturii;

greutatea specifică a electrolitului nu crește timp de 2 h și scade cu creșterea temperaturii;

un mijloc de recunoaștere a unei baterii complet încărcate este următorul: bateria se lasă în repaus pînă cînd nu se mai degajă gaze; pusă sub curentul de încărcare, bateria începe să „fiarbă" în 2—3 min, degajînd intens gaze atît la plăcile pozitive, cît și la cele negative.

— Încărcarea condusă pe baza observării numai cîtorva elemente ale bateriei nu prezintă siguranță. Numai controlul tuturor elementelor asigură cunoașterea deplină a funcționării bateriei. Încărcarea de egalizare trebuie efectuată în acest fel, iar în cazurile (de preferință cît mai rare) în care nu sînt posibile măsurări decît la unele elemente, trebuie observată în mod obligatoriu degajarea de gaze la plăcile tuturor elementelor bateriei.

— În cazul cînd toate elementele bateriei indică sfîrșitul încărcării, se poate considera că este realizată suficient egalizarea cerută. În caz contrar, este necesară o descărcare pînă la tensiunea finală prescrisă, urmată de o a doua încărcare de egalizare.

— Descărcările de egalizare (și orice fel de descărcări) trebuie oprite la vreme, adică atunci cînd unele elemente ale bateriei au ajuns la sfîrșitul descărcării.

— Numărul de elemente a căror observare determină oprirea descărcării, depinde de starea bateriei ; la o baterie în bună stare se pot observa un număr mic de elemente numite *elemente pilot* reprezentînd minimum 5% din numărul de elemente ale bateriei şi în nici un caz mai puţin decît două.

— Temperatura ridicată provocînd deteriorări, operaţia trebuie oprită cînd acumulatorul atinge +40 °C.

— Măsurările şi observaţiile trebuie înregistrate cu exactitate, ele servind drept bază de control al operaţiilor următoare.

Tabela 31

Degajarea de gaze la încărcare

Cantitatea de gaze degajată	Tensiunea elementului, V	Volumul gazelor, %	
		Hidrogen	Oxigen
Foarte mică	2,2	—	—
Mică	2,3	50	47
Mijlocie	2,4	60	38
Mare	2,5	67	33

Degajarea de gaze, privită sub aspectul pericolului de explozie, în funcţie de tensiunea la bornele elementului este indicată în tabela 31. Raportul 1/2 între oxigen şi hidrogen, la care sinteza lor devine posibilă, este atins către sfîrşitul încărcării, marcat de degajări mari de gaze, la tensiunea de 2,5 V pe element.

Explozia poate fi provocată de o sursă oarecare de căldură (flacără, scîntei, frecare etc.). Degajarea de gaze nu poate fi măsurată prin mijloace simple. De aceea se efectuează o ventilaţie care are rolul de a feri personalul din sala acumulatoarelor de efectuat iritant al ceţii de acid sulfuric, de a împiedica trecerea acesteia în încăperile vecine unde există aparate sensibile la acţiunea acidului sulfuric şi, însfîrşit, de a preîntîmpina exploziile.

Ventilaţia este considerată suficientă şi corectă în cazul cînd în jurul sălii acumulatoarelor nu se simte efectul iritant şi nici mirosul caracteristic al acidului sulfuric.

Prescripţiile Ministerului Industriei Grele stabilesc condiţiile de instalare a bateriilor staţionare, care trebuie aplicate la orice sală în care se încarcă acumulatoare electrice şi prin urmare există degajări de gaze.

2.4.7. *Efectuarea măsurărilor*

Funcţionarea acumulatorului fiind mult influenţată de o serie de factori (v. § 1.2), ea nu poate fi cunoscută decît prin control şi prin măsurări continue. Se aminteşte încă o dată că fiecare element al bateriei, de fabricaţie oricît de îngrijită, are particularităţile sale de funcţionare, datorită solicitărilor diferite (de exemplu, elementele adiţionale ale bateriilor staţionare), temperaturilor diferite (elementele instalate spre exteriorul bateriei se răcesc mai uşor) etc.

O normă simplă de control şi măsurare, corespunzătoare tuturor cazurilor, nu poate fi stabilită. Regulile generale indicate mai înainte şi analiza care urmează pot constitui însă un punct de plecare pentru elaborarea unor instrucţiuni de exploatare, în condiţiile proprii fiecărei instalaţii (v. § 2.1). Principiul care trebuie să stea la baza acestora este obţinerea cu minimum de măsurări a înregistrării unui număr mare de variaţii. Rezultatul este bun atunci cînd măsurările nu constituie o surpriză, ci indică valori care pot fi prevăzute.

Este necesar să se măsoare: valoarea curentului; duratele parţiale şi totale ale operaţiilor; cantităţile de electricitate încărcate şi descărcate; tensiunea bateriei şi a fiecărui element; greutatea specifică; temperatura şi nivelul electrolitului fiecărui element; degajarea de gaze la fiecare element; temperatura mediului ambiant; izolaţia electrică a bateriei şi a instalaţiei.

Valoarea curentului şi durata operaţiei permit, în orice moment, stabilirea cantităţilor de electricitate, încărcate sau descărcate. Cînd bateria de acumulatoare nu posedă ampermetru sau voltmetru (de exemplu la unele electrocare), descărcarea trebuie condusă după timpul de funcţionare, stabilit pentru un curent de descărcare mediu. Este bine ca, în astfel de cazuri, chiar dacă există aparate de măsurat, să se oprească electrocarul cînd bateria a debitat 80% din capacitate şi aceasta să fie supusă încărcării, eventual rapide. Dacă valoarea medie a curentului este bine evaluată, timpul de funcţionare, deci cantitatea de electricitate corespunde stării reale şi bateria este solicitată între limitele normale (v. § 1.3).

Controlul cu voltmetrul reprezintă o completare preţioasă a controlului după timpul de funcţionare. Deoarece însă indicaţiile acestuia sînt interpretabile, în raport cu starea bateriei, voltmetrul singur nu constituie un mijloc suficient de control. Comparîndu-se timpii de descărcare în condiţii asemănătoare

cu tensiunile citite în cursul operațiilor, se obțin indicații importante asupra stării bateriei. Astfel *timpul și tensiunea* dau, împreună, posibilitatea unui control mai bun în cazul folosirii bateriei în încărcare-descărcare.

Trebuie precizat că măsurarea tensiunii bateriei și determinarea cantităților de electricitate încărcate și descărcate reprezintă un control minim care este aplicat la acumulatoarele folosite în încărcare-descărcare, închise în spații inaccesibile în timpul folosirii (electrocare, locomotive de mină etc.).

Contoarele de cantitate de electricitate sau de energie sînt foarte utile, mai ales la descărcări cu curent variabil, urmate de încărcări cu tensiune constantă.

Controlul efectiv al operațiilor efectuate începe cu măsurarea greutății specifice a electrolitului și, pentru corectare, a temperaturii acestuia. Variația concentrației electrolitului fiind funcție de cantitatea de electricitate care a străbătut util bateria sau a fost consumată prin alte acțiuni, arată atît mersul operațiilor de încărcare și descărcare, cît și autodescărcarea. Starea acumulatorului nu poate fi însă judecată exclusiv după concentrația electrolitului, deoarece anumite stări anormale, rezultate, de exemplu din adăugare de acid sulfuric în loc de apă distilată, pentru completarea electrolitului, pot da indicații greșite. Trebuie reținut că, în lipsa unui contor de cantitate de electricitate, la operațiile cu curent variabil, controlul concentrației electrolitului dă rezultate mai sigure decît măsurarea tensiunii și înregistrarea după timp, totdeauna aproximativă, a cantității de electricitate încărcate și descărcate.

Concluzia care se impune este aceea că trebuie măsurate, concomitent, *curentul, timpul, tensiunea, greutatea specifică și temperatura electrolitului,* pentru ca funcționarea acumulatorului să fie sigură. Observarea nivelului electrolitului, a degajării de gaze la plăcile pozitive și negative și măsurarea izolației bateriei, completează controlul necesar.

Măsurările și observațiile se efectuează în legătură directă cu mersul operațiilor de încărcare și descărcare pentru a se înregistra toate variațiile importante. În afara încărcărilor și a descărcărilor controlate, cînd trebuie urmărite toate variațiile curentului, tensiunii, concentrației și temperaturii, nu este necesar să fie înregistrate măsurările de tensiune în perioadele de mari variații, cum sînt primele momente ale începutului descărcării și încărcării sau primele momente după modificarea valorii curentului. Înainte însă de modificarea valorii curentului, la

apariția gazelor și la sfîrșitul descărcării, se efectuează măsurări dese, de exemplu la fiecare 15 min și uneori la fiecare minut. În cazul unor variații mici, sînt suficiente citiri ale tensiunii la 1 h și chiar la 2 h. *Greutatea specifică a electrolitului* poate fi măsurată mai rar, variația ei fiind mică și fără salturi.

Temperatura electrolitului, limitînd adesea descărcarea de șoc și aproape totdeauna încărcările, trebuie urmărită mai des, în special în jurul valorii limită de +40 °C.

Măsurările nu au nici o valoare dacă nu sînt efectuate în timpul cel mai scurt. Nu se poate compara funcționarea mai multor elemente ale unei baterii dacă tensiunea și curentul nu sînt măsurate simultan pentru același element și într-un interval minim pentru toate elementele. La măsurarea temperaturii și, pe cît posibil, a concentrației electrolitului, trebuie urmată această regulă.

Regulile generale referitoare la măsurările care trebuie efectuate la încărcarea și la descărcarea în timpul folosirii trebuie privite și prin prisma posibilităților celui care folosește bateria și este răspunzător de starea ei.

La bateriile staționare, spațiul, mijloacele și timpul permit efectuarea tuturor operațiilor, controalelor și măsurărilor enumerate.

Un acumulator transportabil, al unui laborator de cercetări de exemplu, indică nemijlocit starea de descărcare prin tensiunea sa. Dacă este descărcat, el este pus la încărcare. Dacă se constată că a pierdut capacitatea, este dat la reparat.

Bateria unui automobil este așezată adesea în poziții greu accesibile. Măsurarea tensiunii bateriei, a curentului de încărcare și de descărcare, numărarea pornirilor motorului termic între două drumuri scurte, aprecierea duratei descărcării de șoc pentru pornire sînt suficiente. În garaj se măsoară datele tuturor elementelor și se supune bateria unei încărcări controlate de egalizare, pînă cînd apar semnele sfîrșitului încărcării.

Acumulatoarele pentru tracțiune pun problemele cele mai grele. Ele sînt de construcție închisă, sînt solicitate inegal din punct de vedere electric, sînt foarte mult solicitate din punct de vedere mecanic, sînt încărcate adeseori rapid și funcționează în condiții grele. Dacă în timpul folosirii nu se pot efectua măsurările necesare, se limitează descărcarea la 0,8 C_5 [Ah] și se supune bateria unor dese încărcări și eventual descărcări de egalizare, controlate. Bateria trebuie complet deschisă, pentru

a permite controlul periodic al tuturor elementelor ; spațiul, mijloacele și timpul pus la dispoziție pentru aceste operații trebuie să corespundă necesităților.

Cu ocazia încărcărilor și descărcărilor pentru încercări de capacitate, autodescărcare sau pentru calculul randamentului, trebuie efectuate toate măsurările indicate.

2.4.8. *Încărcarea și descărcarea pentru tratarea stărilor anormale*

Au fost definite ca stări anormale : diferențierea accentuată în funcționarea unor elemente ale bateriei, diferențierea mai puțin accentuată însă a unui număr mare de elemente, micșorarea capacității bateriei și alte stări pe care operațiile periodice de egalizare nu reușesc să le elimine în timpul de obicei scurt prevăzut pentru cazurile obișnuite.

Tratarea stărilor anormale se deosebește, astfel, de egalizarea obișnuită doar prin timpul mai mare care se acordă pentru efectuarea operațiilor controlate asupra tuturor elementelor bateriei.

Încărcările și descărcările consecutive pentru tratare elimină stările anormale sau descoperă și localizează defectele, care sînt apoi remediate prin reparații, adică prin scoaterea din serviciu a bateriei.

Se relevă importanța pe care o are înregistrarea observațiilor efectuate, cu orice prilej, asupra funcționării bateriei, pentru stabilirea măsurilor ce trebuie luate în stările anormale și a răspunderilor corespunzătoare.

Regimul de încărcare este cel obișnuit pentru egalizări, curentul final fiind de 0,035 C_{10} [A], sau, în cazul acumulatoarelor pentru tracțiune, de 0,05 C_5 [A], pînă cînd apar semnele sfîrșitului încărcării pentru toate elementele. Elementele care funcționează anormal după cel mult a treia încărcare trebuie înlocuite, adică reparate.

Descărcarea obișnuită este aceea cu 0,1 C_{10} [A], sau, pentru tracțiune, cu 0,2 C_5 [A], pînă la tensiunea limită. Elementele care ajung prematur la tensiunea limită pot fi scoase din circuit, pentru a se îngădui descărcarea completă a celorlalte elemente ale bateriei. Operația se efectuează de obicei în cadrul reparațiilor.

Un mijloc foarte important de cercetare a funcționării elementelor îl constituie măsurarea potențialului plăcilor pozitive și negative cu ajutorul *electrodului auxiliar*. Aparatele de măsură și utilajul necesar au fost enumerate (v. § 2.1).

Măsurarea *potențialului de electrod* cu voltmetrul portativ, permite identificarea funcționării anormale a plăcilor pozitive sau negative. La unul dintre vîrfurile de contact ale voltmetrului se atașază un electrod auxiliar, de obicei o lamă de cadmiu introdusă într-un înveliș de ebonită sau cauciuc care o ferește de contactul cu plăcile sau cu conexiunile bateriei; învelișul este prevăzut cu găuri prin care electrolitul pătrunde la lama de cadmiu. Lamele de cadmiu noi sau uzate se cufundă înainte de întrebuințare într-o soluție de acid sulfuric de concentrație egală cu aceea a electrolitului acumulatorului.

Măsurarea se efectuează la descărcare, mai ales pentru identificarea polarității plăcilor care o limitează, și deseori la încărcare. În repaus, valoarea potențialului plăcilor poate ajuta doar pentru determinarea concentrației electrolitului, folosindu-se de exemplu, diagrama din fig. 58.

Se observă creșterea potențialului pozitiv și scăderea potențialului negativ cu concentrația electrolitului.

Aproximația citirilor efectuate cu electrodul de cadmiu este de 0,01—0,02 V. Ea poate crește pînă la 0,1 V în cazul cînd curentul este mare (rezistența voltmetrului nu este destul de mare), din cauza polarizării cadmiului; polarizarea este proporțională cu valoarea curentului, deci implicit a potențialului măsurat; rezultă că erorile sînt mai mari la citirea potențialului plăcii pozitive, care este în mod obișnuit de 2 V, în timp ce potențialul plăcilor negative este de cîteva zecimi de volt.

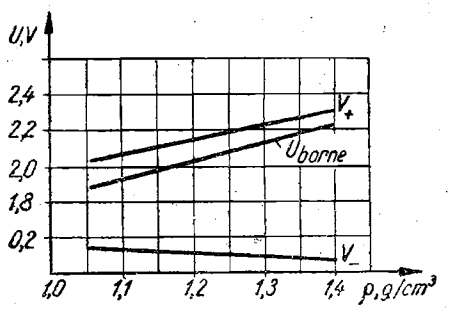


Fig. 58. Variația potențialului plăcilor pozitive și negative și a diferenței de potențial la borne, în repaus, în funcție de greutatea specifică a electrolitului.

Pentru citirea potențialelor, electrodul auxiliar se introduce cît mai adînc în electrolit, la distanță egală între plăcile pozitive și cele negative. Măsurările trebuie efectuate la intervale foarte scurte, sub același curent, constant.

Potențialele plăcilor și tensiunea la bornele unui element, în cazul descărcării cu curent constant sînt indicate în fig. 59. La o variație de la 2,1 la 1,7 V a tensiunii elementului, potențialul dintre placa pozitivă și electrolit scade de la 2,2 la 1,9 V, pe cînd diferența de potențial dintre placa negativă și electrolit crește încet, de la 0,1 la 0,2 V. Descărcarea este limitată de plăcile pozitive.

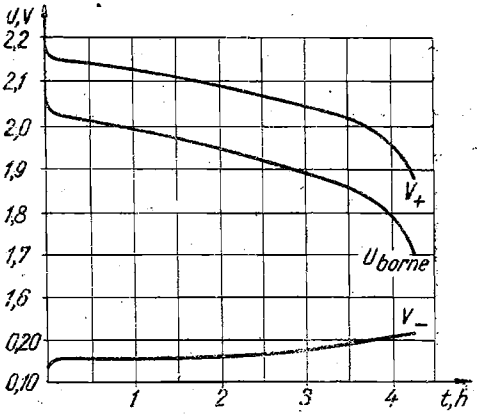


Fig. 59. Variația potențialului plăcilor pozitive și negative și a diferenței de potențial la borne în timpul descărcării cu curent constant.

În cazul încărcării cu curent constant în trepte (fig. 60), este interesant de observat că valoarea de 2,4 V este atinsă în același moment de tensiunea la borne și de potențialul plăcii pozitive, potențialul plăcii negative avînd valoarea zero. După reducerea curentului de încărcare, potențialul plăcii negative capătă valori negative pronunțate, ceea ce face ca tensiunea la borne să crească mult față de potențialul plăcii pozitive.

Potențialul plăcilor poate varia, tensiunea la borne rămînînd totuși constantă, ceea ce dovedește importanța măsurării

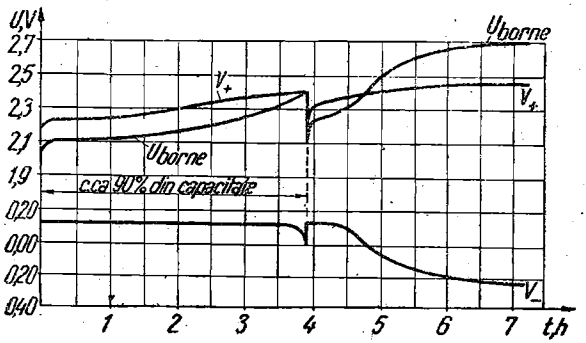


Fig. 60. Variația potențialului plăcilor pozitive și negative și a diferenței de potențial la borne în timpul încărcării cu curent constant în trepte.

potențialelor de electrod ; aceasta se observă în exemplele următoare, corespunzătoare sfîrșitului descărcării :

$$U_{borne} = V_+ - V_- ; \qquad 1{,}8 = 2{,}00 - 0{,}20 ;$$

$$1{,}8 = 2{,}10 - 0{,}30 ; \qquad 1{,}8 = 1{,}95 - 0{,}15.$$

Elementul cu capacitatea micșorată, supus descărcării și încărcării imediat următoare, indică prin măsurări cu electrodul de cadmiu, care dintre plăci (pozitive sau negative), limitează capacitatea. În exemplul din fig. 61, potențialul plăcii pozitive

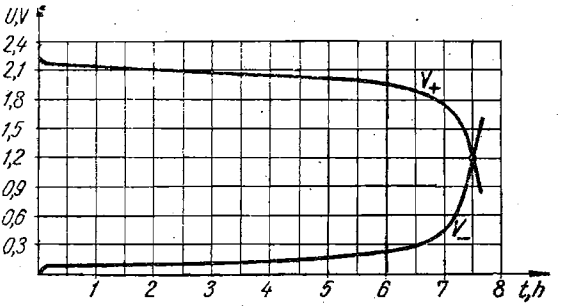


Fig. 61. Variația potențialului plăcilor pozitive și negative în timpul descărcării normale, cu curent constant.

scade repede iar cel al plăcii negative crește repede ; măsurările efectuate la încărcarea următoare vor indica plăcile cu capacitatea micșorată.

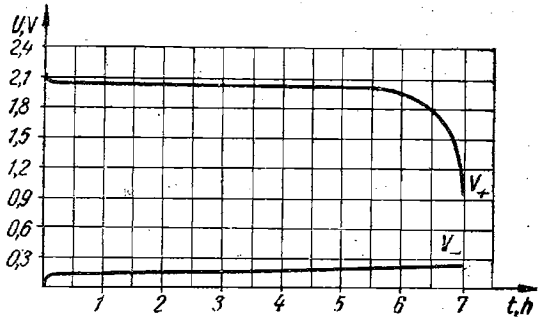


Fig. 62. Variația potențialului plăcilor pozitive și negative în timpul descărcării limitate de plăcile pozitive.

În cazul din fig. 62, potențialul plăcii pozitive scade repede, iar cel al plăcii negative crește normal ; este probabil că plăcile pozitive limitează capacitatea.

În cazul din fig. 63, potențialul plăcii pozitive scade normal, în timp ce potențialul plăcii negative crește foarte repede, arătînd că plăcile negative limitează descărcarea.

În aceste ultime cazuri, măsurările efectuate în timpul încărcării confirmă de asemenea observațiile.

Vom da cîteva exemple de observații efectuate la încărcare:

dacă potențialul plăcii pozitive ajunge prea repede la valoarea maximă, plăcile pozitive limitează capacitatea, datorită pierderilor de materie activă;

dacă potențialul plăcii pozitive atinge o valoare prea mare, plăcile pozitive sînt sulfatate;

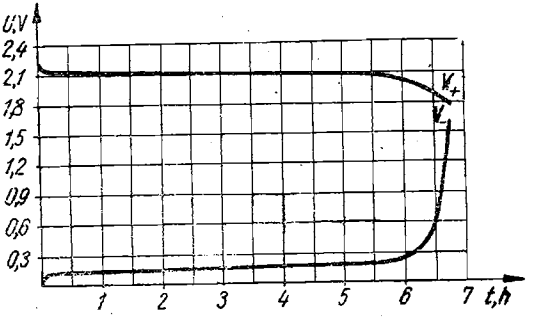


Fig. 63. Variația potențialului plăcilor pozitive și negative în timpul descărcării limitate de plăcile negative.

dacă potențialul plăcii negative scade prea repede la zero, materia activă a plăcilor negative este compactată sau sulfatată;

dacă potențialul plăcii negative atinge valori negative prea mari, materia activă a plăcilor negative este sulfatată.

Determinările de stare prin măsurarea potențialelor de electrod, efectuate în timpul descărcării și al încărcării imediat următoare, sînt deosebit de prețioase.

Se recomandă ca în instalațiile importante măsurările cu ajutorul electrodului de cadmiu să nu fie efectuate ocazional, la tratarea stărilor anormale, ci periodic, în cursul operațiilor normale, pentru a se putea trasa curbele de variație a potențialelor de electrod, de la începutul pînă la sfîrșitul descărcării și încărcării controlate. Aceste curbe completate cu observațiile asupra aspectului plăcilor, constituie o bază foarte importantă pentru judecarea stării acumulatorului.

Determinarea căderii de tensiune în conexiuni este necesară dacă valoarea sa influențează descărcarea, adică în cazul descărcărilor de șoc. Dacă unele conexiuni se încălzesc diferit de celelalte, deși întreținerea este obișnuită, este bine să se măsoare căderea de tensiune în conexiunile dintre elemente și să se compare rezultatele. Măsurarea se efectuează sub un

curent mare de încărcare sau de descărcare, cu un voltmetru gradat în zecimi şi în sutimi de volt, aplicat cu ajutorul vîrfurilor de contact pe centrul polilor a două elemente alăturate. La bateriile de automobil şi, în general, cînd conexiunile sînt sudate, determinarea căderii de tensiune nu este necesară decît în cazuri particulare.

2.4.9. *Exemple de măsurări la încărcări şi descărcări controlate*

Operaţiile efectuate în timpul folosirii sau tratării stărilor anormale au practic multe puncte comune, deoarece o încărcare de egalizare are un efect de desulfatare identic celui al încărcării de tratare a unei sulfatări anormale.

La bateriile de 6 şi 12 V se urmăresc şi se măsoară parametrii tuturor elementelor. Dacă însă numărul de elemente este mai mare, măsurările nu mai pot fi efectuate la toate elementele cu simultaneitatea necesară, decît dacă există un număr mare de aparate de control, deci cu posibilitatea a numeroase erori. Din această cauză, pe baza datelor ultimei revizii se aleg elemente-pilot reprezentative (defecte, suspecte şi bune), la care se efectuează măsurări dese ale variaţiilor mari ale caracteristicilor. În timpul variaţiilor mici, este posibilă efectuarea măsurărilor la toate elementele bateriei, cu o simultaneitate satisfăcătoare.

În cele ce urmează vom folosi pentru simplificare următoarele notaţii:

I — curentul;
U_d — tensiunea sursei, la încăreare, sau a reţelei, la descărcare;
U — tensiunea la bornele bateriei;
U_g — tensiunea fiecărui element al bateriei;
U_p — tensiunea elementelor-pilot;
V_+, V_- — potenţialele de electrod ale elementelor-pilot;
D_p — greutatea specifică a electrolitului elementelor-pilot;
D_g — greutatea specifică a electrolitului fiecărui element al bateriei;
T_p — temperatura electrolitului elementelor-pilot;
T_g — temperatura electrolitului fiecărui element al bateriei;
T_a — temperatura ambiantă;
G — degajarea de gaze la fiecare element al bateriei;
R — rezistenţa de izolaţie a bateriei şi a instalaţiei;
O — ora.

În cadrul determinărilor se notează valorile măsurate direct, iar corecția de temperatură se efectuează ulterior.

Încărcarea cu curent constant în trepte. Înaintea începerii încărcării se măsoară U_d, U, U_p, D_p, T_p, T_a și dacă este posibil U_g, D_g, T_g, R. Se cercetează polaritatea. Se reglează U_d la o valoare puțin mai mare decît U și se închide circuitul. Se reglează încărcarea și se măsoară O și I, iar după 10—15 min U și U_p; se măsoară și se notează din oră în oră O, U, U_p, D_p, T_p, curentul fiind menținut constant.

La $U_p = 2{,}4$ V, dar numai după ce gazele încep să apară, se notează U_p și U și se reduce curentul înregistrîndu-se O și I, iar după 10 min U și U_p; apoi, din 30 în 30 min, se notează O, U, U_p, D_p, T_p și G.

Cînd U_p ajunge din nou la 2,4 V și gazele încep din nou să se degaje se reduce iar curentul, consemnîndu-se în foaia de observație O și I; după 10 min U și U_p, iar din 30 în 30 min U, U_p, T_p, G, T_a și R. Se observă că rezistența de izolație scade cînd U și G au valori mari.

Cînd apar semne ale sfîrșitului de încărcare sau dacă $T_p = 40 \dots 42$ °C, se măsoară și se notează O, U, U_p, T_p, T_a, D_p, iar dacă este posibil U_g. Se întrerupe încărcarea, notîndu-se O, iar după 15 min U, U_p, T_p, T_a și D_p. Dacă posibilitățile îngăduie se măsoară și se înregistrează D_g și T_g.

În cazul cînd încărcarea este de tratament, valorile U_g, D_g și T_g trebuie măsurate și notate în mod obligatoriu.

În timpul întreruperii încărcării, din cauza temperaturii ridicate se înregistrează T_a și T_p. După răcirea bateriei, se reia încărcarea ca mai înainte, valoarea curentului fiind aceeași ca în momentul întreruperii.

Tratamentele sau încărcările de corectare a stării elementelor impun măsurarea și consemnarea valorilor V_+ și V_- cît mai des posibil, însă concomitent cu tensiunea, concentrația și temperatura ale aceluiași element.

Încărcarea cu curent constant necesită o acțiune continuă de reglare și de măsurare, dar permite cunoașterea precisă a capacității și a stării bateriei.

Descărcarea cu curent constant. Înainte de începerea descărcării se măsoară și se notează U_d, U, U_p, D_p, T_p și T_a. Măsurarea și notarea valorilor U_g, D_g și T_g în timpul folosirii este facultativă, dar este obligatorie în tratamente sau încercări. Se reglează descărcarea notîndu-se O și I; după

10—15 min U și U_p; din oră în oră, sau mai rar dacă variațiile sînt mici: O, U, U_p, D_p, T_p, curentul fiind menținut constant; în caz contrar, la fiecare variație se înregistrează O, I, U, U_p, D_p și T_p.

Către sfîrșitul descărcării cu curent mijlociu și mare, din 30 în 30 min și apoi mai des, după rapiditatea variației, este necesar să se noteze O, I, U și U_p. În tratamente și încercări se notează și U_g.

Către sfîrșitul descărcării cu curent mic și foarte mic, din oră în oră, apoi din 30 în 30 min se notează O, I, U, D_p și T_p, iar în cazul tratamentelor și al încercărilor și U_g.

Descărcarea este oprită în funcție de valorile U și U_p în cazul descărcărilor de șoc și în funcție de D_p și T_p în cazul descărcărilor lente.

După 10 min de la întreruperea descărcării se măsoară și se notează O, U, D_p, T_p; valorile D_g și T_g se măsoară în timpul tratamentelor și al încercărilor.

Încărcarea cu tensiune constantă. Înainte de încărcare se observă polaritatea, se măsoară și se notează U, U_p, D_p, T_p, T_a și R; se reglează U_d și se menține constant. Se închide circuitul de încărcare, notîndu-se O, I și U.

La începerea degajării de gaze se înregistrează valorile: O, U, U_p, G, D_p, T_p și R. Se oprește încărcarea cînd apar semnele care indică sfîrșitul acesteia, notîndu-se mai întîi O, U, U_p, și G, iar după 15 min se măsoară U, U_p, D_p și T_p; valorile D_g și T_g se măsoară în timpul tratamentelor și încercărilor.

Această metodă de încărcare se caracterizează prin acțiunea de reglare și de măsurare redusă și, ca urmare, lipsa de precizie în cunoașterea capacității și a stării elementelor.

2.5. Întreținerea și revizia acumulatoarelor cu plăci de plumb

Întreținerea acumulatoarelor constă în mici lucrări efectuate la locul și în timpul funcționării, dar fără întreruperea acesteia, concomitent cu operațiile de egalizare și de tratare a stărilor anormale.

Curățenia trebuie asigurată prin împiedicarea pătrunderii la baterie a prafului, a substanțelor și a gazelor vătămătoare și prin evitarea vărsărilor de electrolit. Ori de cîte ori este nevoie, se curăță praful și urmele de acid, folosindu-se cîrpe și

pensule curate, apă de canal, soluţie de amoniac în apă, avîndu-se grija de a se împiedica pătrunderea lor în element. Curăţenia neglijată sau necorespunzătoare poate duce la impurificarea elementelor şi la scăderea rezistenţei de izolaţie a bateriei. Aceeaşi grijă trebuie avută şi în timpul lucrărilor de reparare a sălii sau a locaşului bateriei, cînd elementele trebuie bine acoperite pentru ca varul şi vopselele să nu pătrundă la ele.

Nivelul electrolitului trebuie controlat des; acesta trebuie să acopere totdeauna plăcile şi izolaţia dintre ele. Dacă nivelul este prea ridicat, electrolitul iese din vas în timpul supraîncărcărilor, cînd volumul său este sporit datorită gazelor degajate la electrozi, sau la înclinarea obişnuită a acumulatorului. Electrolitul se completează cu apă distilată, iar vasul, pîlnia, pipeta etc. cu care se execută această operaţie trebuie să fie curate. Apa distilată se controlează înainte de întrebuinţare. Nivelul electrolitului se stabileşte faţă de un reper oarecare, de exemplu faţă de urechile plăcilor. La elementele închise, la care nu se poate aprecia suficient înălţimea lichidului, se utilizează un tub gradat (fig. 64), al cărui capăt se astupă cu degetul la scoaterea din element. Dacă elementele au nivel scăzut, vasul este spart sau funcţionarea este defectuoasă.

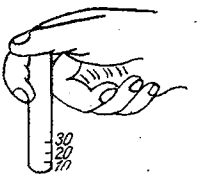


Fig. 64. Măsurarea înălţimii nivelului electrolitului deasupra plăcilor acumulatorului, cu un tub de sticlă gradat.

Apa distilată se adaugă după terminarea încărcării şi după măsurarea concentraţiei electrolitului; apoi acumulatorul se supraîncarcă pentru omogenizarea concentraţiilor.

Contactele elementelor trebuie să asigure conducerea curentului; contactele imperfecte măresc căderea de tensiune şi limitează folosirea bateriei. La aceeaşi baterie, contactele defecte se încălzesc mai mult decît cele în stare normală. Se va observa ca la contactele cu filet să nu lipsească şaibele, feţele de contact să fie paralele, netede şi neoxidate, piesele izolante să fie complete şi în stare bună, piesele de bronz, cupru, oţel să fie plumbuite, deoarece combinaţiile acidului sulfuric cu toate metalele afară de plumb impurifică acumulatorul. Contactele sudate cer mult mai puţină întreţinere, în schimb nu pot fi demontate cu uşurinţă.

Contactele cu filet care se încălzesc mai mult sau sînt murdare, se spală cu o perie de păr sau cu o cîrpă îmbibată cu petrol sau cu benzină; se controlează starea lor şi dacă este

necesar se remediază ; se ung cu vaselină consistentă şi se montează la loc. Desfacerea şi strîngerea şuruburilor trebuie efectuată cu scule potrivite (şurubelniţă sau cheie mecanică) nu cu cleştele. Dimensiunile şuruburilor aplicate la bornele cu miez de alamă trebuie controlate înainte de întrebuinţare, întrucît un şurub mai mare smulge filetul miezului de alamă, iar un şurub prea lung atinge fundul acestuia şi nu permite strîngerea contactului ; şurubul trebuie să poată fi înşurubat uşor în miezul de alamă, cu degetele, fără cheie. Lungimea mînerului cheii trebuie să fie mereu aceeaşi pentru ca lucrătorul să simtă cînd efortul este neobişnuit. Cu o cheie nepotrivit de lungă poate fi uşor răsucit polul de plumb, scoţîndu-se din funcţiune un element.

Contactele sudate a căror încălzire este excesivă indică defecte care trebuie semnalate, pentru reparare.

Deoarece legăturile dintre elemente au adesea mult de suferit din cauza vîrfurilor metalice ale contactelor voltmetrului, este bine să existe o gaură de cherner în care să se plaseze aceste vîrfuri la fiecare măsurare.

Legăturile din lamele de cupru obişnuite sau din plumb laminat se deformează cu uşurinţă la rotirea şurubului care le fixează ; este necesar să se preîntîmpine aceasta, folosindu-se la desfacerea şi la strîngerea şuruburilor o a doua cheie, anume dimensionată, care nu permite răsucirea lamelor de cupru (fig. 65).

Fig. 65. Cheie pentru ţinut contra la înşurubare.

Legătura bateriei cu circuitul electric de utilizare trebuie să fie efectuată prin papuci de cablu plumbuiţi, sau la bateriile pentru autovehicule, prin coliere conice cu şurub ; trebuie evitate montajele improvizate.

Exploatarea şi deci întreţinerea bateriei se consideră corecte cînd capacitatea, omogenitatea stării elementelor, rezistenţa de izolaţie şi aspectul exterior sînt normale.

Pentru lucrările de întreținere sînt necesare unele obiecte de inventar și o serie de materiale:

— Baloane cu acid sulfuric pentru acumulatoare, de 1,24 g/cm³ (STAS 164-52), cu dopuri de sticlă, ebonită sau cauciuc. Acidul nu se întrebuințează pentru mărirea concentrației electrolitului acumulatoarelor în funcțiune decît în mod excepțional, de aceea cantitatea necesară este cea care corespunde înlocuirii complete a electrolitului a două-trei elemente ale căror vase, de sticlă sau de ebonită, se pot sparge într-o perioadă dată. Depozitarea trebuie să împiedice impurificarea acidului. Coșurile baloanelor, cu mînere solide, trebuie să fie închise la gîtul balonului, pentru ca paiele din ambalaj să nu poată ieși la înclinarea balonului.

— Baloane cu apă distilată, în cantitate corespunzătoare cerințelor, de calitate verificată. Consumul de apă distilată pentru completarea electrolitului se stabilește statistic; el este mai mare vara și în cazul folosirii intense a acumulatoarelor.

— Vas rezistent la acid, pentru depozitarea temporară a plăcilor unui element al cărui vas s-a spart, pînă la remontarea lui.

— Cană, furtun, pîlnie, dispozitiv de turnare etc., din sticlă sau din alte materiale rezistente la acid, pentru scoaterea acidului și a apei distilate din baloane, pentru dozarea și pentru turnarea în elemente.

— Vase de sticlă sau de ebonită și diferite accesorii (separatoare, legături, capace etc.) de rezervă, în ipoteza că reparațiile mici se efectuează la locul exploatării și nu la un centru de reparații.

— Echipament de protecție și trusă medicală de prim ajutor.

Revizia acumulatoarelor. Încărcarea și descărcarea în diferite situații și cu diferite metode a fost analizată pornindu-se de la ipoteza că mijloacele materiale și pregătirea personalului de exploatare sînt suficiente pentru ca bateria de acumulatoare să poată funcționa o perioadă lungă de timp, de la punerea în funcțiune pînă la scoaterea din funcțiune, pentru reparații.

Trecerea în reparații și lucrările care urmează a fi executate cu această ocazie trebuie hotărîte din vreme, pentru ca exploatarea să nu fie stînjenită și, în același timp, prin pregătirile necesare, să se scurteze cît de mult durata reparației. Re-

paraţiile economice sînt cele executate la timp; două reparaţii parţiale de scurtă durată şi cu puţine materiale pot amîna considerabil o reparaţie capitală scumpă şi de lungă durată.

Reviziile cu un personal calificat constituie un mijloc de control al instalaţiilor, de introducere a tehnicii înaintate şi de centralizare a lucrărilor la mai multe instalaţii mici; ele se efectuează periodic, la cerere sau inopinat, folosindu-se toate ocaziile (încărcări, descărcări, egalizări, tratamente) sau efectuîndu-se operaţii de control, în scopul evidenţierii stării elementelor bateriei.

Revizia are un dublu scop: preîntîmpinarea funcţionării anormale, deci eliminarea cauzelor care o pot provoca şi remedierea defectelor îndată după apariţia lor. Se cercetează amănunţit starea acumulatoarelor, îndeosebi a celor care în mod obişnuit sînt instalate în locuri inaccesibile, urmărindu-se: curăţenia şi ordinea; etanşeitatea vaselor şi capacelor; deformaţiile vaselor şi ale capacelor; culoarea şi deformaţiile plăcilor; starea izolaţiei dintre plăci; nivelul, concentraţia şi puritatea electrolitului; înălţimea depunerilor de materii active pe fundul vaselor şi înălţimea spaţiului rămas liber pînă la scurtcircuitarea plăcilor; rezistenţa de izolaţie a bateriei şi a instalaţiei; omogenitatea stării elementelor; capacitatea şi regimul de încărcare şi descărcare; autodescărcarea şi randamentul. Aceasta permite cunoaşterea deplină a stării acumulatoarelor, dar nu este posibil şi nici necesar ca de fiecare dată revizia să fie atît de completă. Depinde de pregătirea şi de experienţa revizorului, eliminarea, în cunoştinţă de cauză, a unor operaţii sau eşalonarea lor în revizii succesive, dacă starea acumulatorului este atît de bine cunoscută încît nu sînt posibile surprize.

Rezultatele reviziilor se înregistrează pentru a constitui documentaţia de urmărire şi de control a exploatării. Revizia constată că exploatarea este corectă şi o confirmă sau indică schimbările necesare (tensiunea constantă de încărcare permanentă, tensiunea finală de descărcare etc.).

Concluzia reviziei, după descoperirea viciilor de funcţionare şi după identificarea cauzelor acestora, stabileşte tratamentul care trebuie aplicat acumulatorului pentru corectarea stărilor anormale, planul de reparaţii, listele de materiale. Reviziile angajează răspunderea asupra funcţionării şi a duratei bateriei; în acest scop calificarea personalului care le efectuează trebuie să fie corespunzătoare.

Reviziile periodice se stabilesc la intervale impuse de intensitatea exploatării; unei baterii staţionare în încărcare permanentă, solicitată rar şi supusă la trei luni unei descărcări-încărcări de egalizare, i se face o revizie periodică la şase luni sau chiar la un an, cu ocazia şi în timpul operaţiilor de egalizare. Bateria de tracţiune a unei locomotive electrice suferă operaţii de egalizare mai dese (lunare sau chiar săptămînale, cînd exploatarea este intensă). Revizia trebuie efectuată cu ocazia egalizării, la intervale mici, de exemplu la o lună, în perioada imediat următoare punerii în funcţiune, cînd acumulatorul îşi completează formarea, capacitatea creşte şi se adaptă specificului exploatării. Reviziile se răresc de pildă la 3—6 luni îndată ce se constată o stabilizare a funcţionării bateriei, pentru a se reveni la revizia lunară, cînd bateria dă semne de oboseală. Bateriile autovehiculelor, supuse unor solicitări a căror violenţă nu este nici pe departe atinsă în alte cazuri, ridică probleme deosebite. Nu trebuie uitat, în acelaşi timp, că acumulatoarele autovehiculelor constituie peste 70% din totalul acumulatoarelor construite. Reviziile periodice coincid, şi aci, cu operaţia de egalizare care trebuie efectuată cu ocazia opririlor mai lungi ale autovehiculelor, pentru ungere şi întreţinere. Este foarte binevenită folosirea bateriilor de schimb care asigură continuitatea în funcţionare, şi mai ales, îngăduie efectuarea operaţiilor de egalizare, de revizie şi eventual de tratament.

Reviziile la cerere satisfac necesităţile unui nivel tehnic superior.

Reviziile inopinate completează controlul.

CAPITOLUL 3

DERANJAMENTELE, BOLILE ŞI AVARIILE ACUMULATOARELOR CU PLĂCI DE PLUMB. DEFINIREA LOR

In exploatarea acumulatoarelor se observă adeseori fenomene neobişnuite care pot părea lipsite de importanţă pentru un necunoscător. Este necesar să se identifice cauza acestor fenomene îndată după ivirea lor, pentru a putea fi aplicate imediat măsurile necesare.

Deranjamentele identificate şi înlăturate la timp asigură funcţionarea bateriei în exploatare. Un deranjament neobservat sau neglijat duce la îmbolnăviri ale elementelor, greu de remediat. Avaria este datorată, în afara accidentelor (spargeri, loviri etc.), unor boli lungi, ca urmare a lipsei tratamentelor şi reparaţiilor necesare.

Deranjamentele, bolile şi avariile pot fi cu uşurinţă prevenite. Pentru aceasta, aplicarea corectă a instrucţiunilor de exploatare, efectuarea reviziilor, semnalarea observaţiilor şi remedierea defectelor, îndată după apariţia lor, sînt suficiente.

Registrul bateriei trebuie să cuprindă observaţiile efectuate şi măsurile luate; acestea oglindesc calitatea exploatării, permit cunoaşterea deplină a funcţionării elementelor şi constituie documentaţia tehnică de justificare atît a operaţiilor efectuate cît şi a celor care mai sînt necesare.

3.1. Simptome care indică deranjamentele, bolile şi avariile acumulatoarelor cu plăci de plumb

Fenomenele anormale sînt indicate de anumite simptome care permit identificarea funcţionării anormale şi impun măsurile ce trebuie luate pentru înlăturarea cauzelor ei. În multe cazuri,

identificarea cauzei duce îndată la înlăturarea ei, fără urmări asupra funcționării elementului. În unele cazuri însă, sînt necesare reparații în afara exploatării sau cu scoaterea din funcțiune a elementelor.

Pentru a se ușura urmărirea, în cele ce urmează, simptomele au fost clasificate în grupe, în legătură cu : electrolitul, tensiunea, capacitatea, curentul, gazele degajate, și diverse ; totodată se indică și cauzele posibile ale acestora.

3.1.1. *Simptome în legătură cu electrolitul*

Electrolitul iese deasupra elementelor. La acumulatoarele staționare cauza este că s-a adăugat prea multă apă și electrolitul a ieșit din vas în timpul supraîncărcării, nivelul său fiind mărit de volumul gazelor degajate ; se corectează înălțimea lichidului și se curăță bateria. La elementele închise ale bateriilor pentru automobile sau pentru tracțiune, cauza poate fi de asemenea nivelul prea ridicat al electrolitului sau neetanșeitatea capacului, datorite : montării necorecte a garniturilor lui ; turnării necorecte a bitumului sau calității necorespunzătoare a acestuia ; deformării vasului de ebonită ca urmare a încălzirilor exagerate sau a împănării lui nesatisfăcătoare ; defectul se corectează în atelierul de reparații. O altă cauză poate fi înclinarea exagerată a bateriei ; fixarea necorectă a acumulatorului în locașul lui a putut provoca ieșirea electrolitului din vas.

Observațiile arată că întreținerea nu a fost corespunzătoare ; nu s-a măsurat înălțimea electrolitului ; nu s-a verificat dacă bitumul etanșează sau nu capacele elementelor ; împănarea elementelor și fixarea bateriei au fost neglijate sau nu au fost executate după cerințe.

Electrolitul unui element este sub nivelul celorlalte elemente. Vasul este spart, degajarea de gaze este exagerată, ca urmare a unei stări anormale (de pildă sulfatare exagerată), sau temperatura este prea ridicată. Se completează nivelul ori de cîte ori este nevoie ; la prima încărcare de egalizare trebuie cercetată și remediată starea elementului. În general, acesta este cazul elementelor ale căror simptome simple de funcționare anormală nu au fost observate în cursul reviziilor sau au fost neglijate.

O spumă rară, albicioasă apare la suprafața electrolitului sau iese prin gaura dopului capacelor, în timpul punerii în funcțiune a bateriei sau la primele încărcări ; spuma provine din planșe-

tele de lemn şi nu este periculoasă, dispărînd cu timpul ; dacă există bănuieli se face analiza electrolitului.

Culoarea electrolitului este neobişnuită. Trebuie semnalată îndată şi înlocuit electrolitul. Poate reprezenta un caz grav de impurificare accidentală, din pricina apei distilate, a acidului sulfuric, a vaselor folosite pentru transportul acestora sau a mediului ambiant.

Mirosul degajat de elemente este neobişnuit. Ca şi în cazul anterior, situaţia se preîntîmpină prin controlul apei distilate şi al acidului înainte de întrebuinţare, cum şi prin folosirea unor baloane, căni, pîlnii etc. curate şi din materiale care nu sînt atacate de acidul sulfuric. La nevoie, se analizează şi se înlocuieşte electrolitul.

Concentraţia electrolitului este prea mare. Cauza este aceea că electrolitul a fost completat pentru ridicarea nivelului, cu acid în loc de apă distilată ; se corectează.

Ca regulă generală şi importantă, electrolitul se completează doar cu apă distilată, nu se toarnă acid sulfuric decît dacă electrolitul s-a vărsat accidental sau pentru corectarea voită a concentraţiei.

Nivelul electrolitului scade prea repede, la toate elementele. Cauza este supraîncărcarea exagerată ; temperatura de funcţionare este mare, ca urmare a descărcării cu un curent mare. Se reduce supraîncărcarea şi se ţine bateria sub observaţie.

Concentraţia electrolitului este mai mică la unele elemente. Vasul are pierderi mici de electrolit, nivelul scăzînd puţin mai mult decît la celelalte elemente ; se toarnă astfel o cantitate de apă distilată mai mare şi efectul apare după cîtva timp ; sulfatarea este pronunţată. Polaritatea este inversată ; există un scurtcircuit.

Concentraţia electrolitului este mai mică la unele elemente, scurt timp după încărcarea de egalizare. Bateria a fost descărcată mai mult, după o serie de descărcări parţiale care nu au evidenţiat elementele slabe (cazul bateriilor care nu sînt folosite decît rareori la capacitatea deplină sau al bateriilor uzate).

Deranjamentul apare mai des şi este mai important pe măsură ce izolaţia dintre plăci şi plăcile se învecheşte. Folosirea bateriei uzate cere o deosebită grijă, deoarece la început se constată numai o diferenţiere mică a concentraţiei electrolitului. Elementele în stare bună se descarcă mai mult decît celelalte şi se consumă mai repede, îşi pierd capacitatea, se descarcă

pînă la anularea tensiunii şi îşi pot inversa polaritatea înainte de a se constata diferenţe mari în concentraţia electrolitului. Pe măsură ce bateria se uzează, trebuie să se acorde operaţiilor de egalizare o atenţie tot mai mare, deoarece în cursul lor se evidenţiază elementele care funcţionează anormal şi care cer tratamente sau reparaţii.

Concentraţia electrolitului este invariabilă la încărcare. Cauza este un scurtcircuit între plăcile acumulatorului. Curentul trecînd fără să realizeze desulfatarea lor, concentraţia electrolitului este mai mică decît la elementele care funcţionează normal. Se elimină scurtcircuitul şi se tratează acumulatorul.

Concentraţia electrolitului elementelor este omogenă, după încărcare, dar mai mică decît înainte de descărcare. Încărcarea este incompletă ; plăcile sînt sulfatate. Este nevoie de o supraîncărcare prelungită, pînă cînd apar semnele sfîrşitului încărcării, adică pînă la stabilizarea tensiunii şi a concentraţiei electrolitului, la toate elementele.

3.1.2. *Simptome în legătură cu tensiunea*

Tensiunea bateriei este mai mică decît cea cunoscută pentru o descărcare dată. Există elemente care nu funcţionează normal sau căderi de tensiune exagerate în conexiuni.

Tensiunea este mai mică la descărcare şi mai mare la încărcare (în comparaţie cu valorile anterioare). Rezistenţa interioară este sporită din cauza reînnoirii separatoarelor dintre plăci, a unui contact electric defectuos sau a sulfatării exagerate a plăcilor.

Tensiunea este mică în repaus. Este posibil un scurtcircuit între plăci, posibilitate întărită de micşorarea concentraţiei electrolitului. Scurtcircuitul trebuie identificat şi eliminat ; el poate fi rezultatul unei descărcări prelungite, accidentale.

Tensiunea este mai mică decît cea normală, la încărcare şi la descărcare. Cauza poate fi un scurtcircuit ; concentraţia electrolitului micşorată şi, mai ales, capacitatea scăzută, confirmă aceasta. Se identifică scurtcircuitul şi se elimină.

Tensiunea este nulă. Cauza este descărcarea exagerată a acumulatorului, a cărui pierdere de capacitate nu a fost observată la timp, sau autodescărcarea, ca efect al unui repaus mult pre-

lungit. Dacă fenomenul se observă numai la unele elemente, trebuie cercetată cauza care poate fi un scurtcircuit, o sulfatare sau o inversare de polaritate.

Tensiunea este mai mică la începutul încărcării, mai mare la anularea tensiunii iar sensul curentului s-a schimbat; de asemenea, şi polaritatea plăcilor. Se caută cauzele şi se remediază prin tratament.

Tensiunea este mai mare la încărcare, la descărcare şi în repaus. Concentraţia electrolitului este prea mare.

Tensiunea este normală la începutul descărcării şi este mai mică decît cea normală la terminarea ei. Micşorarea capacităţii poate fi datorită schimbării de temperatură în cursul descărcării. Elementele se ţin sub observaţie; o descărcare controlată arată cauza fenomenului.

Tensiunea este mai mică la începutul încărcării, mai mare la începutul descărcării şi apoi normală. Fenomenul este efectul operaţiilor încărcare-descărcare care se succed fără pauza necesară difuziunii electrolitului.

Tensiunea are valori neobişnuite. Acumulatoarele au electrolitul îngheţat sau sînt deosebit desulfatate.

3.1.3. *Simptome în legătură cu capacitatea*

Capacitatea este mai mică decît cea normală, într-un regim de descărcare cunoscut. Dacă fenomenul intervine la scurtă vreme după punerea în funcţiune a unei baterii noi sau cu plăci noi, el se datoreşte rareori calităţii plăcilor, dar aproape totdeauna operaţiilor incomplete de punere în funcţiune. Dacă se bănuiesc alte cauze, se efectuează o descărcare controlată, pentru determinarea capacităţii, urmată de unul sau două cicluri de mărire a acesteia. O temperatură de lucru prea scăzută a bateriei poate reduce capacitatea mai mult decît rezultă din corecţia acesteia în funcţie de temperatura de referinţă, formula folosită (v. § 1.2.3.) fiind stabilită pentru valori medii. Se urmăreşte funcţionarea la temperatura normală. Umflarea materiei active a plăcilor negative înainte de scăderea sensibilă a capacităţii poate fi urmată de plumbuirea lor. Aceasta conduce la crăparea materiei active şi la micşorarea capacităţii plăcilor (fig. 66).

Alte cauze pot fi supraîncărcările prelungite care au desprins materia activă din grătarele plăcilor pozitive (fig. 67) sau funcţionarea cu electrolitul sub nivelul normal, scoţînd astfel din uz partea superioară a plăcilor (fig. 68). Revizia stabileşte dacă situaţia este sau nu firească, urmare a vechimii plăcilor, a plumbuirii plăcilor negative sau a operaţiilor anterioare, care au modificat structura moleculară a materiei active. Se controlează aparatele de măsurat.

Fig. 66. Placă negativă cu materia activă sulfatată, contractată şi crăpată.

Capacitatea este mai mare decît cea normală într-un regim de descărcare cunoscut. Cantitatea sau concentraţia electrolitului este mai mare decît cea normală. Temperatura de funcţionare este mare. Planşetele de lemn sînt noi. Structura moleculară este prielnică. Situaţia

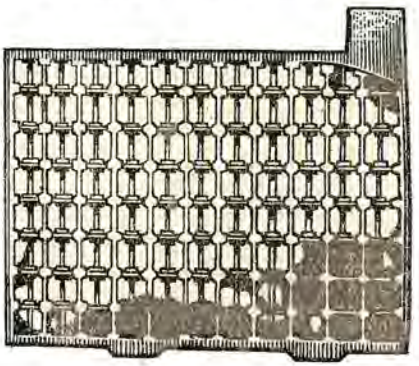


Fig. 67. Materie activă pozitivă smulsă din grătarul plăcii, datorită supraîncărcărilor prelungite.

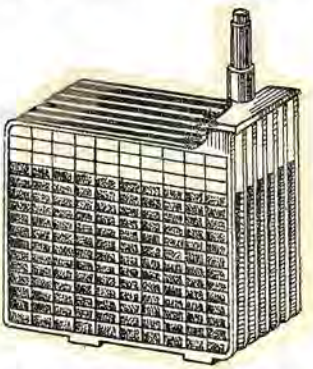


Fig. 68. Grup de plăci sulfatate la partea superioară, din cauza nivelului prea scăzut al electrolitului.

trebuie să atragă atenţia, deoarece bateria se sulfatează mai intens şi încărcarea ei trebuie supravegheată; se micşorează concentraţia electrolitului.

3.1.4. *Simptome în legătură cu curentul electric*

Circuitul electric al bateriei nu se închide nici la încărcare, nici la descărcare. Întreruperea poate fi localizată la conexiunile bateriei sau la legăturile dintre elemente, de exemplu : desprinderea unui grup de plăci, rău sudate sau foarte uzate, datorită jocului în locaş al elementului sau bateriei ; montarea greşită a plăcilor care nu ating prismele de sprijin din fundul elementului ; ruperea polului unui element datorită montării cu o singură cheie, operaţie de înşurubare violentă ; solicitarea repetată a bornei de către o legătură prea puţin flexibilă. Se cercetează bateria deconectată, cu un voltmetru conectat la borne, mişcîndu-se pe rînd conexiunile ; voltmetrul va indica locul întreruperii. Defectele exterioare pot fi remediate imediat ; defectele interioare se elimină în atelierul de reparaţii.

Deranjamentul poate fi prevenit dacă în cursul operaţiilor de întreţinere, se controlează şuruburile şi se observă dacă unele legături se încălzesc mai mult decît celelalte. Eventualele defecte de fabricaţie se observă la demontarea pentru reparaţii.

Unele legături între elemente sînt mai calde decît celelalte. Există o sudură sau o înşurubare imperfecte. Dacă diferenţa de încălzire este mică, sudurile se ţin sub observare pînă la prima reparaţie, cînd se reface sudura, iar înşurubările se strîng sau, la nevoie, se curăţă şi se ung. Dacă încălzirile sînt mari, sudura se desface şi se reface în atelier.

3.1.5. *Simptome în legătură cu degajarea de gaze*

Degajarea de gaze, în repaus sau în descărcare, care încetează o dată cu întreruperea încărcării, dar, mult timp după aceea, la suprafaţa electrolitului apar bule datorită gazelor care se desprind de pe plăci. Gazele se degajă continuu în repaus datorită acţiunilor parazitare în elementele cu electrolitul impurificat. Elementele trebuie ţinute sub observaţie, iar electrolitul analizat şi înlocuit.

Degajare de gaze, la începutul încărcării. Curentul de încărcare este mai mare decît cel normal, sau sulfatarea este pronunţată. Se reduce curentul sau se tratează sulfatarea.

Degajare excesivă de gaze. Curentul de încărcare este mare sau sulfatarea este anormală. Se reduce curentul sau se tratează sulfatarea.

Degajare tîrzie de gaze. Curentul de încărcare este mai mic decît cel normal sau există un scurtcircuit între plăcile elementului.

3.1.6. *Simptome diverse*

Vase de sticlă sparte, datorită acţiunilor exterioare, accidentale ; atingerii cu flacăra aparatului de sudare, în timpul grupării plăcilor noi sau reparate ; aşezării vaselor deformate pe trei puncte de sprijin în loc de patru, fără rondele de plumb pe izolatoarele postamentelor ; deformării exagerate a plăcilor pozitive de mare suprafaţă ; îngheţării electrolitului ; calităţii necorespunzătoare a vaselor.

Vase de ebonită sparte. Vasele vechi se sparg mai uşor, devenind casante, datorită vulcanizării progresive. Vasele de ebonită se sparg mai greu decît cele de sticlă dar, bateria funcţionînd la temperaturi mai ridicate, se mulează în spaţiul în care a fost fixat elementul ; prin aceasta pot urma forţări ale materialului vasului de ebonită şi desprinderi sau fisurări, la muchii şi la îmbinări. Vasele se sparg uşor la temperaturi scăzute fiind mai casante şi, bineînţeles, la îngheţarea electrolitului, din cauza creşterii volumului.

Electrolitul iese lateral sau pe sub elemente. Vasul este crăpat accidental sau progresiv, din cauza fisurilor existente. Defectul se identifică uşor, nivelul electrolitului în acest element fiind mai coborît decît în celelalte. Dacă pierderea de electrolit este importantă, plăcile pot rămîne descoperite şi se deteriorează. Trebuie observat foarte des nivelul electrolitului la toate elementele bateriei. Vasele crăpate sau chiar suspecte se înlocuiesc.

Bitumul de etanşare prezintă urme de topire sau este chiar scurs. Bitumul este de calitate necorespunzătoare (are temperatura de topire prea scăzută), este aplicat într-un strat prea subţire sau acumulatorul a funcţionat la o temperatură prea ridicată. Se curăţă acumulatorul şi se etanşează din nou.

Nămolul depus pe fundul vasului, într-un timp dat, are o înălţime mare. Este o indicaţie sigură că bateria funcţionează anormal, cantitatea de nămol fiind în directă legătură cu intensitatea descărcărilor, cu violenţa încărcărilor şi cu durata supraîncărcărilor la care este supusă bateria.

Nămolul este de culoare castanie, puţin consistent. Bateria a fost supusă unor supraîncărcări prelungite şi repetate sau a funcţionat intens mult timp, uzînd plăcile pozitive şi smulgîn-

du-le materia activă. Se micşorează solicitarea bateriei şi se scoate nămolul dacă înălţimea sa este prea mare, pentru a se evita scurtcircuitul.

Nămolul este de culoare cenuşie, compact. Plăcile negative sînt de multă vreme în contact cu căptuşeala de plumb a vaselor sau cu nămolul de pe fundul acestora şi nămolul a fost supus acţiunii reductoare a curentului de încărcare, ceea ce denotă neglijenţă în exploatare şi întreţinere. Se elimină contactul şi se scoate nămolul.

Căptuşeala de plumb a vaselor prezintă porţiuni colorate în castaniu. Există un contact accidental cu plăcile pozitive, provocat de neglijenţa în exploatare. Se elimină contactul şi se curăţă căptuşeala.

Capacele de ebonită, etanşe sînt bombate sau ridicate (de obicei la bateriile de autovehicule folosite excesiv). Plăcile pozitive fiind sprijinite pe prismele din fundul vasului, se deformează, se măresc şi ies din element, forţînd capacul.

Capacul este smuls, vasul este spart. Cauza este explozia amestecului de gaze, hidrogen şi oxigen, produse la încărcare. Explozia este posibilă la elementele închise etanş, la care a fost pus dopul îndată după încărcare, înainte ca gazele să se desprindă şi să iasă din vas. Explozia are loc numai dacă în interiorul elementului există contacte imperfecte care produc scîntei. Dacă se apropie o flacără, de exemplu aparatul de sudat, de gaura dopului abia scos, are loc o explozie de cele mai multe ori fără stricăciuni.

Dacă este posibil, se repară stricăciunea, se elimină contactele imperfecte, datorite de exemplu, ruperii punţilor sau urechilor plăcilor.

Explozia, se evită prin aerisirea elementului, după încărcare, şi prin ventilarea camerei, iar atunci cînd în preajma elementului trebuie folosită o flacără, prin scoaterea dopurilor, prin suflarea de aer (chiar numai cu gura), în interiorul elementului la care se lucrează şi prin acoperirea cu cîrpe umede a celorlalte elemente ale bateriei.

Temperatura electrolitului este mai mare decît cea normală la încărcare. Încărcarea este violentă sau a fost începută la o temperatură ridicată (ca urmare a expunerii la o sursă de căldură, a umplerii elementelor cu acid încălzit prin diluare; sau a descărcării cu curent mare); mediul este prielnic ridicării

temperaturii (spațiu mic, închis); sulfatarea plăcilor este pronunțată; există un scurtcircuit între plăcile elementelor (fig. 69).

Temperatura ridicată deteriorînd izolația de lemn dintre plăci nu trebuie să depășească valorile prescrise. Trebuie să se evite curenții de încărcare prea mari, în cazul cînd condițiile nu sînt prielnice; bateria se lasă în repaus și se răcește prin ventilație, sau dacă este posibil, prin cufundare într-un recipient cu apă; se încarcă noaptea. Sulfatarea se tratează, iar scurt circuitul se elimină.

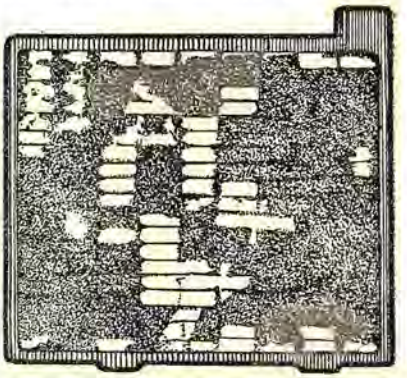


Fig. 69. Placă pastată, cu pete de sulfat de plumb datorite desulfatării neomogene la încărcare, la temperatură de peste 45 °C.

Izolația bateriei este defectă. Supraîncărcarea este prelungită, există umezeală acidă în exteriorul elementelor; electrolitul a ieșit din vase; întreținerea nu este satisfăcătoare; există o punere la pămînt. Se identifică și se remediază defectul.

Elementele staționare prezintă o înclinare față de postament sau, împreună cu acesta, față de podea. În primul caz, grinzile de lemn pe care sînt așezate elementele, fiind de calitate necorespunzătoare, prin uscare s-au curbat sau chiar s-au răsucit; în al doilea caz, a cedat podeaua sau un izolator. Piesele deformate trebuie înlocuite, iar podeaua trebuie refăcută după demontarea elementelor. Operația nu suferă amînare, deoarece elementele staționare sînt așezate liber pe izolatoare și, fiind înclinate, pot aluneca la trepidații sau chiar la simple loviri.

3.2. **Identificarea și eliminarea cazurilor complexe de funcționare anormală a acumulatoarelor cu plăci de plumb**

Simptomele observate dau posibilitatea identificării directe și rapide, numai în unele cazuri simple; așa cum s-a văzut, există simptome comune mai multor stări anormale diferite. Este deci necesară descrierea metodelor de identificare a unor cazuri complexe, mai frecvente și mai importante, întîlnite în exploatarea acumulatoarelor; concomitent se vor indica măsurile ce trebuie luate.

3.2.1. *Inversarea polarității*

În cazul inversării polarității se verifică în primul rînd dacă acumulatorul nu a fost montat din greșală cu polaritatea schimbată, sau dacă aceasta este urmarea unei scăderi a capacității, inversarea fiind observată după o descărcare prelungită a bateriei cînd apar diferențele de stare între elementele ei. Același fenomen apare în cazul descărcării în serie a unor elemente de mărimi și capacități diferite, condusă după elementele mari. Inversarea polarității este posibilă și la generatorul de încărcare, în care caz toată bateria este încărcată invers.

Elementele montate din greșală cu polaritatea inversă trebuie conectate corect. Dacă inversarea a fost observată de la început, ea se corectează printr-o simplă încărcare cu polaritatea normală.

Gravitatea accidentului depinde de durata trecerii curentului de sens invers, care are efecte contrare, de peroxidare a plăcilor negative și de reducere la plumb spongios a celor pozitive. După inversările de lungă durată, materia activă negativă se peroxidează parțial, iar cea pozitivă se transformă parțial în plumb spongios.

O placă pozitivă inversată parțial prezintă în lungul nervurilor grătarului o culoare mai deschisă, semn că la grătar inversarea este completă; restul materiei active își păstrează culoarea castanie obișnuită a peroxidului de plumb, ceea ce arată că inversarea nu a pătruns pînă acolo. Plăcile inversate se comportă ca doi electrozi de polaritate contrară, cu acțiuni parazitare intense și cu sulfatare pronunțată, care obligă materia activă să iasă din fagurii grătarului. Plăcile de mare suprafață se lungesc și se curbează. Concentrația electrolitului scade mult. La schimbările de temperatură, cristalele mici de sulfat de plumb se dizolvă și precipită din nou pe placă, sub formă de cristale mari, caracteristice sulfatărilor anormale.

Este deosebit de greu și adesea imposibil ca, în urma unei inversări de lungă durată, acumulatorul să-și recapete capacitatea normală. Inversările de scurtă durată se elimină, fără urmări prea grave pentru capacitatea și durata de funcționare a acumulatorului.

Eliminarea inversărilor se obține prin încărcări și descărcări, cu polaritate corectă, cu curenți reprezentînd 1/2—1/4 din

valoarea normală, pînă cînd apar semnele sfîrşitului de încărcare. Cînd acumulatoarele prezintă o sulfatare anormală, se tratează ca atare ; la nevoie se înlocuiesc plăcile.

3.2.2. *Plumbuirea plăcilor negative*

Fenomenul se constată prin măsurarea potenţialelor de electrod, cu ajutorul electrodului auxiliar de cadmiu, care arată că plăcile negative limitează descărcarea. Ea poate fi confundată la început cu o sulfatare anormală, dar dacă după mai multe încercări şi descărcări cu 1/4 din curentul normal, nu cedează, plumbuirea apare evidentă. Plumbuirea plăcilor negative este un fenomen normal, semn al sfîrşitului duratei lor de funcţionare. Plăcile negative plumbuite au un aspect normal, nu sînt deteriorate, nici sulfatate. Plăcile plumbuite se înlocuiesc.

Plumbuirea plăcilor negative poate fi preîntîmpinată prin adăugarea, la fabricare, a unor substanţe de expansiune în masa activă negativă şi prin folosirea de separatoare de lemn tratate cu leşie. Separatoarele de lemn noi micşorează plumbuirea.

3.2.3. *Scurtcircuitul*

Simptomele care indică existenţa unui scurtcircuit între plăci sînt, aşa cum s-a arătat, multiple : degajarea de gaze tîrzie, în cantitate mică sau nulă ; temperatura mai mare ; tensiunea la încărcare, mai mică ; concentraţia electrolitului mai mică decît cea normală. Identificarea cauzei, a locului scurtcircuitului, cum şi îndepărtarea cauzei care l-a provocat sînt adesea destul de dificile.

În vasele elementelor sau pe grupurile de plăci pot exista resturi de plumb de la sudare sau piese metalice, şaibe, şuruburi etc., care pun în contact direct plăci de polaritate diferită. Bitumul scurs la etanşarea neglijentă a capacelor, paiele şi beţele căzute în element din ambalajul damigenelor, la turnarea acidului, bucăţile de var, vopseaua etc., căzute la repararea sălii acumulatoarelor pot constitui punţi pe care se depune materia activă desprinsă din plăci, provocînd scurtcircuite.

Accesoriile (tuburi de sticlă, beţişoare de lemn sau de ebonită ale seperatoarelor) sînt rupte sau nu pot sta vertical, ci înclinat, adunînd depuneri de materie activă şi scurtcircuitînd plăcile.

Urechile plăcilor pot fi strîmbe din montare, dintr-un accident sau datorită deformării plăcilor pozitive; plăcile deformate se pot atinge; arcul de plumb care presează grupul de plăci poate fi rupt şi căzut pe fundul vasului, unde face contact între plăcile negative şi nămolul care la rîndul lui este în contact cu plăcile pozitive lungite; poate exista un contact între căptuşeala vasului şi conductoarele electrice ale instalaţiei; nămolul poate atinge plăcile.

Planşetele şi, în general, separatoarele dintre plăci provoacă scurtcircuite, datorită defectării lor sau a deteriorărilor suferite prin strîmbarea plăcilor şi prin acţiunea acidului sulfuric. Planşetele de lemn pot avea defecte care nu se văd cu ochiul liber, dar care indică, prin prezenţa depunerilor de oxizi de plumb, locul scurtcircuitului.

Cauzele exterioare ale scurtcircuitelor se identifică şi se înlătură mai uşor decît cele interioare.

La elementele staţionare cum şi la elementele ale căror dimensiuni nu îngăduie demontarea simplă şi rapidă, identificarea scurtcircuitului este posibilă cu ajutorul unor busole.

Fig. 70. Busolă pentru identificarea scurtcircuitelor dintre plăcile elementelor staţionare.

Scurtcircuitul între plăci are ca efect imediat micşorarea tensiunii acestora faţă de tensiunea celorlalte plăci grupate în paralel cu ele şi, ca urmare, apariţia unui curent de echilibru care se închide prin plăcile scurtcircuitate. Plăcile se sulfatează, concentraţia electrolitului scade, iar elementul este supus inversării polarităţii. Căile de trecere ale acestui curent, a cărui valoare depinde de rezistenţa scurtcircuitului, pot fi determinate plimbîndu-se busola (fig. 70) în lungul uneia din barele de

legătură dintre plăci (de exemplu pozitive — fig. 71). Acul își schimbă poziția în dreptul plăcii scurtcircuitate, deoarece aci se schimbă sensul curentului. Se repetă operația la cealaltă bară

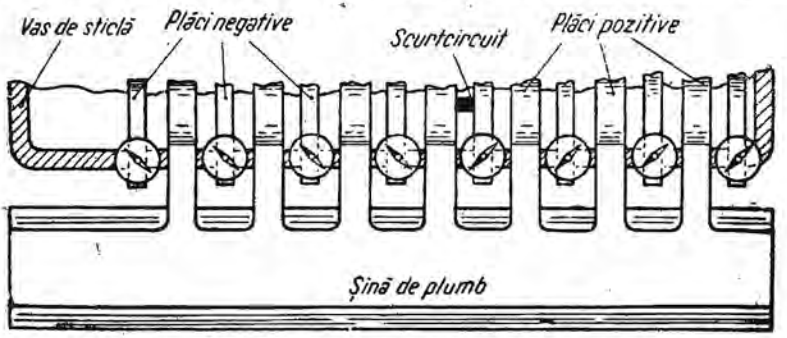


Fig. 71. Identificarea unui scurtcircuit între plăci, cu ajutorul busolei.

a elementului, la care devierea acului busolei la placa negativă alăturată, indică un scurtcircuit între plăci. Dacă se observă mai multe devieri ale acului, la același element, rezultă pozițiile mai multor scurtcircuite. La căutarea cu busola a scurtcircuitului, acumulatorul trebuie încărcat și complet deconectat de la instalația de utilizare.

Locul scurtcircuitelor foarte importante este relevat de încălzirea urechilor plăcilor prin care trece curentul de echilibru; locul se identifică prin pipăire cu mîna.

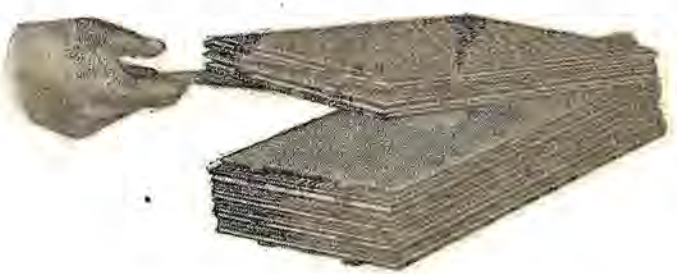


Fig. 72. Identificarea unui scurtcircuit.

La celelalte categorii de acumulatoare, scurtcircuitul se identifică în atelier după demontare și după scoaterea separatoarelor dintre plăci (fig. 72).

Grupurile de plăci scoase din element sînt aşezate pe banc şi, cu spaclul plumbuit, se ridică plăcile una cîte una ; la locul scurtcircuitului apare un fel de ciupercă cenuşie, formată pe faţa castanie a plăcii pozitive. Planşetele deteriorate sînt putrede, prezintă crăpături sau sînt carbonizate, avînd o culoare castanie negricioasă.

3.2.4. *Sulfatările anormale*

Identificarea şi eliminarea acestora este tot atît de anevoioasă ca şi a scurtcircuitelor.

Reamintim că acumulatorul funcţionează normal în cazul cînd sulfatarea celor două feluri de plăci, provocată de descărcare, este complet înlăturată la încărcarea următoare, ceea ce se constată prin revenirea concentraţiei electrolitului la valoarea iniţială.

Pentru a nu se supune acumulatorul unor tratamente sau operaţii necorespunzătoare, este nevoie să se determine mai întîi cauza sulfatării anormale, care poate fi, aşa cum s-a arătat :

— concentraţia prea mare a electrolitului ;
— încărcările cu curent prea mic sau prea mare, cum şi cele insuficiente sau efectuate tîrziu după terminarea descărcării ;
— descărcările intense sau prea prelungite ;
— funcţionarea la temperaturi excesive, cu descărcări parţiale, foarte rare sau cu intervale mari de repaus ;
— efectele parazitare, autodescărcarea, scurtcircuitele etc.

Efectele dăunătoare ale sulfatării anormale sînt diferite :

— materia activă se desprinde şi cade ;
— plăcile se deformează ;
— capacitatea şi randamentul scad ;
— rezistenţa interioară şi temperatura de funcţionare cresc.

Materia activă sulfatată normal îşi păstrează culoarea obişnuită, castanie, respectiv cenuşie ; sulfatarea anormală provoacă o deschidere a culorii, uneori apărînd pete alburii de sulfat de plumb. Culoarea nu este însă un indiciu suficient pentru identificarea sulfatării.

În cazul cînd placa pozitivă este zgrunţuroasă la pipăit, dură şi sfărîmicioasă în grăunţe la strîngerea între degete, iar placa negativă este dură, grăunţoasă, se umflă, nu poate fi

sfărâmată cu uşurinţă cu un ac şi vîrful unui cuţit nu lasă pe ea o urmă metalică, înseamnă că sulfatarea a devenit dăunătoare.

Identificarea după semne conduce direct la aplicarea tratamentului sau, în cazurile grave, la reparaţii.

Sulfatările anormale se elimină prin tratamente şi operaţii corespunzătoare. Încărcările şi descărcările de tratare a stărilor anormale (v. § 2.4.) duc la eliminarea sulfatărilor anormale uşoare ; ele constau în aplicarea, la întreaga baterie, a tratamentelor descrise. Dacă se constată că numai un număr mic de elemente ale bateriei prezintă sulfatări anormale, acestea trebuie tratate separat, pe de o parte pentru a nu se scoate bateria din folosinţă şi, pe de altă parte, pentru a nu se supune toate elementele bateriei unui tratament care nu este necesar.

Elementele identificate se scot din baterie şi se înlocuiesc cu elementele de rezervă, sau locul lor se lasă liber şi se „punteză", adică circuitul se închide cu legături mai lungi confecţionate special sau cu simple bucăţi de cablu de secţiune corespunzătoare ; în acest caz, tensiunea bateriei este bineînţeles micşorată.

Tratarea elementelor sulfatate anormal începe prin încărcarea cu un curent mic, de lungă durată ; încărcarea începe cu un curent de 1/4—1/8 din valoarea normală şi poate dura mai multe zile. Curentul trebuie micşorat dacă tensiunea creşte foarte repede şi elementul degajă gaze de la început ; în caz contrar el trebuie mărit.

În general, elementele care impun scoaterea din baterie nu sînt sensibile la acest tratament, curentul care trece prin ele provocînd numai electroliza apei. În acest caz, se înlocuieşte electrolitul cu apă distilată şi se încarcă acumulatorul, aşa cum s-a arătat mai înainte. Semnul că desulfatarea începe este creşterea concentraţiei electrolitului. Temperatura trebuie să fie de 30 -32 °C ; încărcarea se întrerupe la 40 °C. În cazul cînd sulfatarea anormală este datorită adăugării, în cursul folosirii, a acidului sulfuric în locul apei distilate, se poate repeta înlocuirea electrolitului cu apă distilată, îndată ce creşterea concentraţiei cere aceasta (cazul este foarte rar).

Pe măsură ce se elimină sulfatul din plăci tensiunea bateriei scade şi, dacă reglarea nu se face la timp, curentul de încărcare poate depăşi valoarea normală, provocînd o încălzire excesivă a bateriei.

Desulfatarea este terminată cînd apar semnele sfîrşitului încărcării ; concentraţia şi tensiunea nu mai cresc timp de patru ore ; degajarea de gaze este intensă, atît la plăcile pozitive cît şi la cele negative.

Trebuie observat şi aici că prin menţinerea constantă a concentraţiei şi a tensiunii se înţelege corectarea valorilor acestora în funcţie de variaţia temperaturii elementului.

Sulfatul de plumb se elimină mult mai uşor din plăcile pozitive decît din cele negative. Înlocuirea planşetelor de lemn ajută foarte mult la desulfatarea plăcilor negative.

Sulfatările anormale recente pot fi eliminate relativ uşor şi acumulatorul îşi recapătă caracteristicile normale.

Sulfatările neglijate, chiar cele ale elementelor rămase fără electrolit, pot fi eliminate în principiu totdeauna, dar prin tratamente şi operaţii laborioase şi îndelungate. Ele nu pot readuce acumulatorul la starea complet normală, capacitatea acestuia fiind redusă de obicei, de către plăcile negative. Tensiunile medie şi finală suferă de asemenea modificări.

În funcţie de considerente economice (raportul dintre cheltuielile necesare şi folosul realizat) se stabileşte dacă acumulatorul se desulfatează sau se înlocuieşte.

Este posibil ca tratamentele indicate să nu fie eficace şi să fie necesară demontarea acumulatorului. Această operaţie este mai simplă la elementele staţionare, acestea fiind deschise. În cazul elementelor închise ale bateriilor uzate, operaţia comportă riscuri, mai ales dacă acestea au stat multă vreme cu electrolitul sub nivelul normal ; grupurile de plăci pot fi scoase întregi, cu deosebită greutate. După demontare, plăcile în stare bună se spală cu apă multă şi se freacă cu o perie din păr. Planşetele de lemn nu se refolosesc, ci se înlocuiesc. Separatoarele microporoase pot fi utilizate după o spălare îndelungată cu apă călduţă. După introducerea planşetelor de lemn noi, tratate cu leşie, elementele se umplu cu apă distilată şi se pun la încărcat cu curent mic, de lungă durată ; după apariţia semnelor de sfîrşit al încărcării se înlocuieşte electrolitul dacă este turbure, sau i se corectează concentraţia şi se supraîncarcă acumulatorul.

3.2.5. *Defectele exterioare de izolaţie*

Este necesar ca identificarea şi eliminarea defectelor de izolaţie indicate de voltmetrul de tablou să se facă imediat. În acest scop, se măsoară cu un voltmetru de precizie tensiunea

între polul pozitiv al bateriei şi pămînt şi între polul negativ şi pămînt, bateria fiind complet deconectată de la reţea ; suma celor două tensiuni reprezintă tensiunea bateriei. Elementul cu izolaţia defectă se află mai aproape de polul a cărui tensiune faţă de pămînt este mai mică ; deoarece tensiunea unui element este de 2 V, jumătate din tensiunea măsurată cu voltmetrul reprezintă numărul de ordine al elementului. De exemplu, dacă o baterie cu 110 elemente prezintă un defect de izolaţie la elementul 40, între borna pozitivă şi pămînt, voltmetrul va indica 80 V, iar între borna negativă şi pămînt 140 V.

Dacă bateria are mai multe elemente cu scurgere la masă, metoda indicată permite identificarea primului şi ultimului element cu izolaţia defectă, adică a porţiunii de baterie între care se găseşte scurgerea ; elementele identificate prezintă faţă de pămînt o tensiune nulă sau egală cu 2 V.

Dacă elementele care prezintă defecte de izolaţie sînt în număr mare şi sînt răspîndite în tot corpul bateriei, iar scurgerile la masă sînt mici, metoda indicată nu dă rezultate decît dacă se împarte bateria în grupe de elemente deconectate şi se cercetează fiecare grupă în parte, ca mai sus.

Controlul amănunţit al elementelor, al căptuşelilor de plumb ale vaselor, al postamentelor, al cutiilor de asamblare şi al împănărilor lor face posibilă identificarea cauzei scurgerii de curent şi indică metodele de eliminare a acesteia (curăţire, spălare, ungere şi la nevoie, înlocuirea pieselor şi reparaţii).

Urmele de acid, chiar aparent uscate, constituie o punte de trecere a curentului electric, acidul sulfuric fiind avid de apă, pe care o captează din umezeala mediului înconjurător. Defectele de izolaţie produc, prin curenţii de scurgere cărora le dau naştere, carbonizări ale lemnului cutiei sau postamentului, îndeosebi la bateriile de tracţiune la care, din cauza mişcărilor violente, electrolitul poate fi proiectat afară din vase.

Izolaţia bateriilor se măsoară cu un megohmmetru cu inductor, de 500—1 000 V, aplicat între pămînt şi polii bateriei complet deconectate, sau între poli şi pereţii vasului, în cazul acumulatoarelor transportabile, în vase sau monoblocuri de ebonită.

La bateriile de acumulatoare staţionare, rezistenţa de izolaţie minimă, măsurată în ohmi trebuie să fie de 500 U, unde U este tensiunea nominală, în volţi, a bateriei, în timp ce pentru instalaţiile electrice de curent continuu s-a prescris cel puţin 1 MΩ, considerîndu-se drept avarie micşorarea rezistenţei de

izolație pînă la 20 000 Ω la tensiunea nominală de 220 V și 6 000 Ω la 120 V.

La bateriile staționare, o rezistență de izolație de 1 000 U, în ohmi, indică o bună întreținere.

Este foarte important ca defectele de izolație cu rezistență mică să fie îndepărtate repede, pentru a nu permite scurgeri importante și scurtcircuite periculoase.

Izolația bateriilor pentru tracțiune este mai greu de întreținut; nu există prescripții referitoare la valoarea acesteia, dar este necesar ca ea să nu fie mai mică decît 6 000 Ω.

Vasele de ebonită, individuale sau monobloc au adeseori defecte de etanșeitate foarte mici, pe unde se infiltrează cantități infime de acid sulfuric, abia vizibile cu ochiul, dar care cu timpul reduc rezistența de izolație a bateriei. Aceste defecte se identifică cu megohmmetrul, ale cărui borne sînt legate, una la o perie metalică care este plimbată în exterior pe pereți și pe fundul monoblocului, iar cealaltă, la unul dintre polii elementului respectiv. Bateria trebuie să aibă o rezistență de izolație de 1 MΩ. Dacă la marginea superioară a vasului există urme de acid sulfuric care micșorează rezistența de izolație, acestea trebuie eliminate prin spălare cu alcool.

Bateriile în monobloc prezintă adeseori defecte de izolație la pereții despărțitori ai celulelor; acestea nu determină scurgeri la pămînt, dar împiedică buna funcționare. Într-adevăr, dacă electroliții a două elemente alăturate sînt în comunicație, elementele prezintă semne de scurtcircuit care pot fi observate, măsurîndu-se tensiunea la bornele elementului. Defectele se identifică prin măsurare cu megohmmetrul, după deconectarea elementelor respective, a rezistenței între grupurile de plăci, de o parte și de alta a peretului despărțitor. Certitudinea că există o perforare a peretelui despărțitor rezultă însă numai după demontarea bateriei și controlul vasului într-o cuvă cu acid sulfuric după schema din fig. 73.

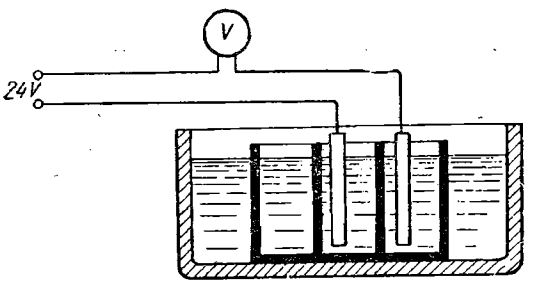


Fig. 73. Incercarea etanșeității.

Vasele de ebonită confecționate manual, prin croire, suprapunere și vulcanizare pe forme, nu pot avea întotdeauna o rezistență de izolație la fel de mare ca monoblocurile. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul, elementele complet montate fiind scoase din baterie.

3.2.6. *Impurificarea electrolitului*

Plecînd de la premiza că la punerea în serviciu a bateriei noi impuritățile sînt cuprinse între limitele admise, rezultă că impurificările provin, în cursul exploatării, din atmosfera înconjurătoare, accidental (datorită corpurilor străine căzute în elemente) sau sistematic, datorită apei distilate și acidului sulfuric folosite.

Se impune astfel ca periodic, în special înaintea reparațiilor mai importante, să se determine calitativ și cantitativ, de către un laborator utilat în acest scop, impuritățile din electrolit, pentru a se hotărî asupra întrebuințării lui mai departe, înainte de apariția semnelor de impurificare descrise, care impun, bineînțeles, o analiză urgentă a electrolitului din elementele respective.

Trebuie observat că dacă aceste analize au o importanță secundară în cazul unui acumulator pentru autovehicule a cărui durată este condiționată în principal de uzura electrică și de efectul zdruncinăturilor pe vehicul, cu totul altul este cazul unei baterii de tracțiune mai importante și, mai ales, al unei baterii staționare, a cărei durată de funcționare este condiționată, îndeosebi, de puritatea materialelor.

Buletinul de analiză indică impurificarea și ușurează identificarea cauzelor acesteia, care trebuie eliminate.

Clorul reprezentînd o impuritate foarte frecventă și periculoasă, este necesară identificarea acestuia în apa distilată și în acidul sulfuric destinat acumulatoarelor, cu ajutorul cutiei cu reactivi. Una dintre eprubete, spălată bine cu apă de examinat, se umple pînă la 1/4, se toarnă deasupra 2—3 picături de soluție de nitrat de argint și se agită, fără a se atinge gura eprubetei. În timpul agitării și 10 min după aceea, apa trebuie să rămînă perfect limpede; dacă ea se tulbură și capătă un aspect lăptos, indică prezența clorului.

Pentru identificarea clorului în acidul sulfuric se procedează la fel. Dacă tulburarea este foarte slabă, se repetă operația, dacă

şi a doua oară acidul se tulbură, indicînd prezenţa clorului, se recurge la analiza cantitativă de laborator, care trebuie să hotărască asupra întrebuinţării acidului.

În cursul analizei descrise este posibil să apară o colorare brună sau un precipitat brun. În acest caz, se repetă operaţia cu o cantitate de acid care umple pînă la o treime eprubeta; se fierbe 1 min deasupra lămpii cu spirt, ţinîndu-se eprubeta cu un cleşte de lemn. Se toarnă apoi 3—4 picături de acid nitric, se fierbe din nou 1 min, se lasă să se răcească sau se răceşte cu apă obişnuită care nu trebuie să pătrundă în eprubetă; se toarnă 3—4 picături de nitrat de argint. Dacă acidul rămîne limpede, el nu conţine clor.

Pentru identificarea impurităţilor metalice în acidul nou de umplere (nu în electrolitul bateriilor) se introduce într-o eprubetă umplută pînă la 1/4 cu acidul examinat o bucăţică de zinc chimic pur (prinsă cu o pensetă sau cu o hîrtie, nu cu mîna). După un sfert de oră, în eprubetă se dezvoltă bule de gaze, dacă acidul conţine impurităţi metalice.

Deoarece metoda nu dă rezultate sigure ea trebuie repetată de mai multe ori dacă se degajă gaze. Acidul sulfuric nu se foloseşte ci se aşteaptă hotărîrea laboratorului, pe baza determinărilor cantitative.

Probele de apă şi de acid pentru analiză în laborator se iau din elementele suspecte sau din toate elementele în mod egal, pentru a se obţine un rezultat mediu. Sînt necesari 1—2 litri, în sticle astupate cu dop de cauciuc sau, mai bine, cu dop de sticlă şlefuit pe gîtul sticlei.

CAPITOLUL 4

REPARAREA ACUMULATOARELOR CU PLĂCI DE PLUMB

Dacă operaţiile de corectare a deranjamentelor, efectuate în exploatare (în cadrul întreţinerii curente, al tratamentelor şi al reviziilor periodice) nu mai sînt suficiente, sînt necesare mijloacele unui atelier sau ale unui centru de reparare, pentru aducerea acumulatorului în stare de funcţionare normală.

Vom descrie utilajele şi sculele necesare, cum şi metodele şi procedeele de efectuare a diferitelor operaţii care intervin în repararea acumulatoarelor.

Atelierele de reparaţii sînt prevăzute, de obicei, pentru executarea lucrărilor la o anumită categorie de acumulatoare. Un centru de reparare a acumulatoarelor trebuie să fie apt a executa lucrări la toate categoriile de acumulatoare uzuale.

În afară de acumulatoarele de construcţie specială, (de exemplu acumulatoarele submarinelor), categoriile uzuale nu cer mijloace prea diferite între ele.

În cele ce urmează vom descrie mijloacele necesare unui centru, considerat ca bază de organizare a reparării acumulatoarelor.

4.1. Utilaje, dispozitive şi unelte necesare pentru repararea acumulatoarelor cu plăci de plumb

Sursa de încărcare trebuie să aibă puterea necesară în perioadele de vîrf. Este bine să nu existe o singură sursă (grup generator, grup convertizor sau redresor), ci mai multe surse de puteri diferite legate în paralel, pentru acoperirea, cu randa-

ment bun, a unor sarcini foarte diferite. Tensiunea, calculată la 3 V/element, trebuie prevăzută pentru fiecare caz în parte. De exemplu, la tensiunea de încărcare a bateriei unui electrocar, compusă din 36 elemente, pot fi încărcate 6 baterii pentru autovehicule de 12 V sau 12 baterii de 6 V; un număr mai mic de elemente nu poate fi încărcat decît printr-o rezistență de reglare a tensiunii, cu pierderi importante de energie. Se stabilește de la început dacă se prevede o tensiune unică sau tensiuni diferite. În cazul încărcării bateriilor de autovehicule și de radio, se recomandă o tensiune redusă care permite încărcarea în serii mici, în paralel, cu un pericol de electrocutare redus și cu scurgeri la masă reduse. Inconvenientul constă în costul instalației, care necesită pentru fiecare derivație o rezistență de reglare și aparate de măsurat. În centrele mari se impun tensiuni diferite, pe categorii de acumulatoare; de altfel, aceste centre se organizează pe sectoare specializate.

Trebuie avut în vedere că este necesară încărcarea elementelor bolnave sau de rezervă ale bateriilor, cu tensiuni și curenți foarte variabili.

Rezistențele de descărcare sînt necesare pentru descărcările controlate, în regim constant, pentru determinări de capacitate și pentru descărcarea elementelor bolnave sau de rezervă. Este bine ca atelierul să fie înzestrat, de la început, cu o serie de rezistențe fixe și variabile cu care să se poată face toate combinațiile necesare; acestea pot fi construite ușor și cu mijloacele atelierului, folosindu-se materiale curente nepretențioase. Se recomandă insistent a nu se recurge însă la provizorate, acumulatoarele cerînd precizie și siguranță.

Bancurile de lucru se deosebesc după operațiile efectuate: curățire, demontare, asamblare, finisare, încărcare. Curățirea trebuie efectuată pe o masă scundă sau pe un grătar, deasupra sau în apropierea unui canal de scurgere. Demontarea, în urma căreia rezultă deșeuri de plumb și repere recuperabile imediat (capace, punți, separatoare, legături etc.), se efectuează pe un banc anume construit, ca să permită munca în condiții normale și separarea fără răspîndire a prafului de plumb din plăcile acumulatorului. Lîngă bancurile de curățire și de demontare trebuie să existe un robinet de apă curentă, cu un furtun de cauciuc. Asamblarea pieselor componente, montarea acumulatorului

și finisarea acestuia, se efectuează pe același fel de mese de lucru. Încărcarea se efectuează pe bancuri, rafturi sau în dulapuri. Încăperea trebuie ventilată energic, gazele nu trebuie să poată pătrunde în săli sau în ateliere învecinate, fiind toxice și corosive. Un exemplu de banc de încărcare ventilat este cel din fig. 74.

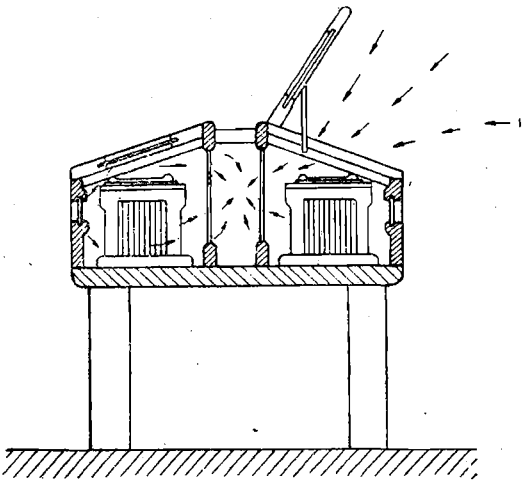


Fig. 74. Banc cu ventilație pentru încărcarea bateriilor de autovehicule.

Mașina de găurit poate fi fixă, cu coloană, sau portativă, antrenată manual sau electric; pentru oțel se folosesc burghie de 6—8 mm, iar pentru plumb se pot folosi și burghie de 15—20 mm, la aceeași mașină. Cu ajutorul ei se desprind legăturile sudate între elemente și se dau găuri noi în piesele recondiționate. Mașina de găurit poate fi instalată lîngă bancul de lucru sau chiar pe banc dacă este de dimensiuni reduse. Dacă mașina este portativă, este necesar să aibă un dispozitiv de fixare pe banc, pentru găurirele exacte. Celelalte găuriri se efectuează pe oricare dintre bancuri, sau cu acumulatorul așezat pe podea.

Aparatul de sudare, de preferință tipul cu gaze lichefiate sau cu gaze de conductă, suflate cu oxigen. Suflaiul trebuie să fie prevăzut cu becuri de diametre diferite, pentru a putea realiza flăcări de mărimi și intensități diferite. Aparatul, cu buteliile sale de oxigen și de gaze, se așază pe un căruț ușor deplasabil, în cazul bateriilor staționare și al unor baterii de tracțiune, sau se fixează într-un loc potrivit, pe un banc de lucru, cînd numărul mare de suduri (cazul bateriilor de autovehicule, de tracțiune și radio) cere aceasta.

Operațiile care se execută sînt următoarele: îmbinarea pieselor de plumb pe șablon; îmbinarea porțiunilor rupte ale pieselor de plumb; îmbinarea foilor de plumb laminate, de

0,5—3 mm grosime, în poziție orizontală sau verticală, după nevoie; operații secundare (neteziri de suprafețe, încălziri pentru îndreptarea pieselor de ebonită etc.).

Îmbinările pe șablon cer rapiditate, deoarece plumbul se scurge cînd se încălzește șablonul. Flacăra trebuie să fie suficient de mare, pentru a topi repede plumbul pieselor de îmbinat și apoi plumbul vergelei de completare a îmbinării, dar nu prea mare încît să sufle plumbul topit peste marginile șablonului. De aci decurge necesitatea de a se folosi becuri de diametre diferite, în raport cu cantitatea de plumb necesară la îmbinare.

Porțiunile rupte se repară în general cu flacără mică, iar foile de plumb se îmbină cu flacăra foarte mică. Operațiile secundare cer flacări diferite.

Sudarea electrică folosind ca sursă un acumulator de tensiune mică, de construcție proprie descărcărilor de șoc, este folosită adesea cu rezultate satisfăcătoare. Temperatura rezultată fiind foarte ridicată (peste 1 525 °C care este temperatura de fierbere a plumbului), se produc vapori de plumb foarte toxici, ceea ce face ca sudarea electrică să nu fie permisă fără mijloace speciale de protecție a muncitorului.

Operațiile efectuate cu lampa de benzină nu dau rezultate bune nici sigure, decît în cazul operațiilor secundare, iar cu ciocanul de lipit, la acumulatoare nu se pot realiza îmbinări.

Soba pentru bitum servește la prepararea și încălzirea acestuia. Este de construcție simplă, închisă, pentru a evita răspîndirea fumului; este încălzită electric, cu gaze și eventual cu lemne sau cărbuni; se așază într-un loc ferit, aproape de bancul de finisare. Bitumul se scoate din sobă cu canciocul, direct din recipientul de topire sau printr-un robinet de scurgere, dacă acesta poate fi încălzit separat, pentru a i se împiedica blocarea. Capacitatea recipientului de topire se stabilește în raport cu consumul de bitum, de preferință între 10—20 l. Pentru închiderea etanșă a vaselor de sticlă, în vederea preîntîmpinării spargerii lor, este necesar un bitum cu temperatura de topire mai mică decît la vasele sau monoblocurile de ebonită. Este bine să se folosească sobe separate pentru fiecare calitate de bitum.

Dispozitivul de încălzire este folosit la demontarea acumulatoarelor, pentru scoaterea capacelor etanșate cu bitum. Este necesar să se îndepărteze bitumul și să se tragă afară capacul, operație care executată la rece produce deteriorări. De aceea se încălzește mai întîi partea superioară a elementelor; bitumul

moale se îndepărtează uşor iar capacul se desprinde fără greutate. Incălzirea se poate face cu aparatul de sudare sau cu o lampă cu benzină ; ambele produc însă fum, iar bitumul se scurge în elemente. Se recomandă un dispozitiv cu care să se introducă abur în elemente, prin gaura capacului. Aburul asigură mult mai bine încălzirea necesară, fără supraveghere şi fără fum, iar operaţia poate fi efectuată de către acelaşi muncitor care demontează bateria, într-un dulap deschis spre exteriorul atelierului, pentru a se împiedica răspîndirea aburului ieşit din elemente. Durata încălzirii prin această metodă este mai scurtă, iar dispozitivul constă în simple tuburi cu robinete, legate la o conductă de abur de joasă presiune.

La montarea acumulatoarelor, piesele de ebonită, capacele, vasele, accesoriile recuperate, trebuie îndreptate. In acest scop se foloseşte aparatul de sudare sau o lampă de benzină. Mai bine şi mai repede se execută operaţia dacă se introduc piesele de ebonită care trebuie îndreptate în apă încălzită cu un jet direct de abur sau printr-un alt mijloc. Piesele încălzite se îndreaptă pe banc, unde sînt lăsate să se răcească, să se întărească şi să se usuce. Adeseori, în special la elementele de tracţiune în vase de ebonită subţiri, nu este posibilă montarea în vase recuperate decît dacă acestea sînt calde, pentru ca pachetul de plăci, cu separatoarele, să pătrundă fără să spargă vasele, ebonita devenind tot mai casantă cu timpul. Ebonita umedă nu trebuie atinsă cu aparatul de sudare, căci se poate sparge.

Incălzirea nu pune probleme deosebite la reparaţiile ocazionale, dar trebuie studiată şi aplicată în centrele unde reparaţiile se desfăşoară în proces sistematic şi continuu.

Distilatorul de apă sau epuratorul cu schimbători de ioni (wofatiţi) are o importanţă covîrşitoare în aprovizionarea cu apă distilată pură. Acumulatoarele fabricate cu grijă din materiale corespunzătoare, pot fi impurificate sistematic de apa de completare a electrolitului. Sursa şi depozitarea apei pentru acumulatoare impun o preocupare deosebită.

Pentru evitarea impurificărilor, cazanul de evaporare trebuie cositorit, ca şi serpentina de condensare, din cupru. Apa distilată se analizează la perioade scurte.

Epuratorul cu schimbători de ioni, de construcţie foarte simplă, nu necesită încălzire şi este uşor de mînuit. La întreprinderea „Acumulatorul" din Bucureşti funcţionează o astfel de instalaţie, cu rezultate foarte bune.

În orice mod este procurată sau produsă, apa pentru acumulatoare se depozitează în recipiente de lemn căptușite cu plumb, în vase de sticlă, ceramice sau, în mod obișnuit, în baloane de 60 l, cu ajutorul cărora se transportă la locul de utilizare. Baloanele se astupă cu ușurință, oferind astfel un mijloc simplu și sigur de depozitare a apei.

Dispozitivul de diluare servește pentru diluarea acidului sulfuric care este livrat în concentrații mai mari decît cele necesare. Concentrația acidului diferă de la o categorie de acumulatoare la alta. Cu ocazia reparațiilor, este necesar să se pregătească cantități diferite de acid sulfuric. Diluarea se face în vase deschise care suportă fără pericol de spargere căldura degajată, de exemplu în vase de lemn căptușite cu plumb, sau în vase ceramice, turnîndu-se acidul concentrat în apă și amestecîndu-se continuu cu o vergea de sticlă sau de ebonită. Cantitățile mai mari de acid se pot prepara cu ajutorul unui dispozitiv studiat anume, care asigură amestecarea și răcirea acidului.

Depozitarea acidului sulfuric comportă aceeași grijă ca și apa distilată și se soluționează prin aceleași mijloace.

Pompa de nămol, de construcție specială (de mînă, cu piston) permite evacuarea, din elementele staționare, fără demontarea acestora, a nămolului format din oxizii și de sulfatul de plumb depuse pe fundul vaselor.

Cărucioarele și dispozitivele de ridicare servesc la transportul materialelor și al bateriilor, în raport cu necesitățile. Trebuie observat că bateriile mai mari, de exemplu cele pentru tracțiune, greu de ridicat și de deplasat, se repară mai ușor pe cărucioarele pe care se așază la sosirea în atelier și cu care se deplasează succesiv la locurile de lucru.

Centrul de reparații trebuie să posede uneltele comune operațiilor simple de tîmplărie, fierărie, ajustaj mecanic și vopsitorie. Vom menționa uneltele speciale lucrărilor la acumulatoare.

Găuritoarele cu coarbă de mînă, cu burghie de dimensiuni corespunzătoare sînt necesare la scoaterea și la fixarea șuruburilor, cum și la găurirea legăturilor sudate dintre elemente. La bateriile de autovehicule sînt dispuse concentric și sudate împreună, polul grupului de plăci, bucșa de plumb a capacului și un capăt al legăturii dintre elemente; pentru demontare se pune vîrful burghiului în gaura de cherner aflată în centrul

polului elementului şi se găureşte drept, diametrul burghiului fiind puţin mai mare decît diametrul polului grupului de plăci. Găurind pe o adîncime puţin mai mare decît grosimea legăturii, cele trei piese (polul, bucşa şi legătura) se desprind una de alta şi permit demontarea elementului.

Cuţitul-şurubelniţă (fig. 75) serveşte pentru îndepărtarea bitumului, degajarea marginilor capacului şi degajarea separatoarelor dintre plăci.

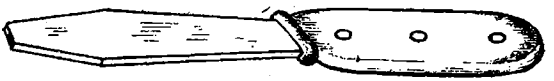


Fig. 75. Cuţit-şurubelniţă.

Cleştele cu gura lată şi cîrligele cu talpă servesc pentru scoaterea vaselor de ebonită din cutia de lemn a bateriei; cîrligele fixează cutia de lemn (fig. 76).

Cleştele de apucare cu gura rotundă este folosit la scoaterea grupurilor de plăci, după demontarea capacelor elementelor.

Cleştele subţire, cu gura lată, serveşte pentru îndoirea şi îndreptarea tablei de plumb a căptuşelilor.

Toţi cleştii necesari se confecţionează în atelier, în dimensiunile corespunzătoare. Trebuie evitată folosirea unui singur fel de cleşte pentru mai multe operaţii, în locul unei serii de cleşti corespunzători categoriilor şi tipurilor de acumulatoare.

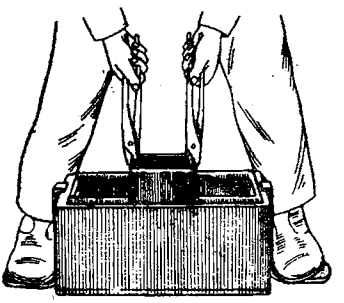


Fig. 76. Scoaterea unui vas de ebonită din cutia bateriei.

Presa pentru grupurile de plăci este necesară la introducerea grupurilor în elemente, pentru evitarea jocului în vas.

Şabloanele pentru asamblare sînt de forme foarte diferite, după operaţia executată:

— şablon-pieptene, pentru aşezarea corectă, la distanţe egale a plăcilor elementelor staţionare;

— şablon-cleşte (fig. 77), pentru îmbinarea plăcilor elementelor staţionare cu şina de plumb care stabileşte legătura între elemente;

— şablon de margine (fig. 78), avînd forma necesară delimitării unei suduri ; se foloseşte oriunde trebuie adăugat plumb

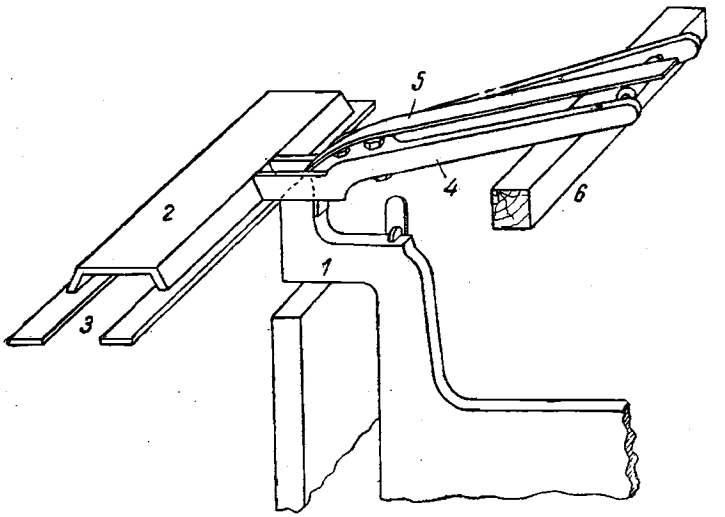


Fig. 77. Şablon cleşte pentru îmbinarea plăcilor elementelor staţionare : *1* — placă aşezată pe marginea vasului de sticlă ; *2* — bară de legătură între elemente ; *3* — bare metalice, ajutătoare ; *4* — şablon cleşte ; *5* — şablon de margine, pentru limitarea sudurii ; *6* — şipcă de lemn, ajutătoare.

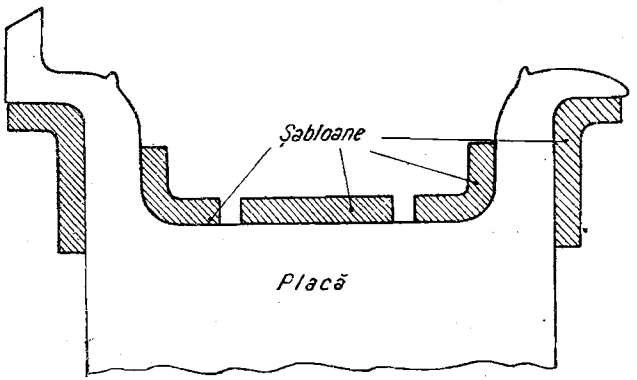


Fig. 78. Şabloane de margine, pentru repararea prin sudare, în poziţii diferite a plăcii de mare suprafaţă.

prin topire, cu aparatul de sudare (la îmbinare sau la repararea pieselor de plumb) ;

— şablon combinat (pieptene şi de margine — fig. 79), folosit pentru gruparea plăcilor la puntea de asamblare.

Şabloanele rotunde trebuie să aibă o formă puţin conică, iar cele prismatice o formă puţin piramidală, pentru a putea fi degajate fără dificultate, după executarea operaţiei. Şabloanele trebuie însemnate cu litere şi cu cifre şi ferite de lovituri. Se recomandă evitarea şabloanelor improvizate. Şabloanele se execută din oţel obişnuit.

Cleştii tăietori de diferite dimensiuni, au gura tăietoare dreaptă, scurtă (pentru piese mai groase) sau lungă de 6—10 cm (pentru piese subţiri sau benzi laminate de plumb); gura tăietoare poate avea orice formă şi dimensiune necesară.

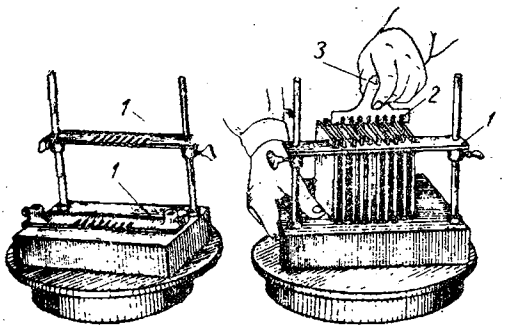


Fig. 79. Şablon combinat, pieptene şi de margine, pentru gruparea prin sudare a plăcilor:
1 — şablon; 2 — punte de grupare a plăcilor; 3 — polul punţii.

Canciocul serveşte pentru scoaterea bitumului din soba de încălzire şi pentru turnarea acestuia.

Spaclurile late şi înguste (de oţel, plumbuite) sînt necesare diferitelor operaţii ajutătoare.

Scîndurile pentru îndreptarea plăcilor de mare suprafaţă şi sac sînt confecţionate din lemn de esenţă tare (de exemplu de fag) şi întărite cu şipci pe una dintre feţe; dimensiunile lor sînt mai mari cu cîţiva centimetri decît plăcile ce trebuie îndreptate; faţa de îndreptare trebuie să fie foarte dreaptă şi netedă.

Foarfeca de banc (tip ghilotină), cu masă dreaptă şi limitatoare mobile, serveşte pentru tăierea la măsură a planşetelor de lemn şi a cartoanelor pentru asamblare.

Vasul cu apă şi pămătuful servesc pentru răcirea sudurilor în vederea reducerii timpului de aşteptare între operaţii.

Trusa cu reactivi este necesară pentru determinarea calitativă a impurităţilor frecvente (clor şi fier) în apa distilată, în acidul sulfuric din baloane şi în electrolitul din vase. Trusa conţine: o lampă de spirt cu fitil; un flacon picurător de culoare

închisă, cu o soluție apoasă de nitrat de argint 0,5%, ușor acidulată cu acid nitric ; un flacon picurător cu acid nitric ; un tub cu bucățele de zinc chimic pur ; două eprubete ; un cleşte pentru eprubete.

Oala de fontă sau de oțel şi *lingura de oțel* cu mîner de lemn servesc pentru topirea plumbului, pentru turnarea vergelelor de sudare sau a altor piese.

Formele de fontă sau de oțel servesc pentru turnarea vergelelor sau a pieselor necesare.

Cheile mecanice fixe, de formă specială servesc pentru desfacerea diferitelor şuruburi ale elementelor. În aceeaşi categorie intră cheile, de obicei speciale, cu care se ține contra pentru evitarea răsucirilor sau a deformărilor periculoase.

Cănile, pîlniile şi vasele de sticlă, eprubetele gradate, baloanele de sticlă cu dispozitiv de răsturnare (fig. 80), densimetrele, termometrele, sînt accesorii foarte des întrebuințate.

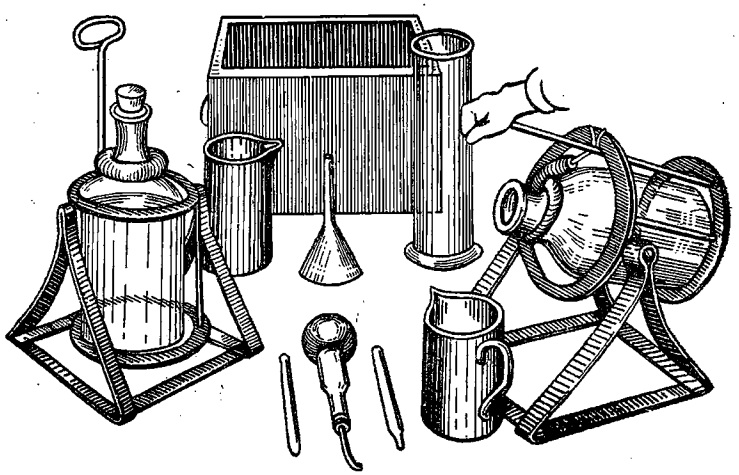


Fig. 80. Dispozitiv de răsturnare a baloanelor cu acid sulfuric şi cu apă distilată şi accesorii.

Lopățelele de lemn servesc pentru scoaterea nămolului din fundul vaselor acumulatoarelor staționare, în lipsa pompei de nămol (fig. 81).

Şipcile de lemn servesc pentru scoaterea şi aşezarea planşetelor de lemn dintre plăci, cum şi pentru alte operaţii.

Bătătorul de lemn de esenţă tare, avînd forma şi dimensiunile unei rindele fără gaură de cuţit şi fără mîner, serveşte la îndreptarea foilor de plumb şi la introducerea căptuşelilor de plumb în vase.

Îmbrăcămintea de protecţie (costume de lînă, şorţ, mînuşi, cisme de cauciuc, ochelari de protecţie, mască filtrantă) şi *trusa de prim ajutor medical* sînt absolut necesare în orice exploatare.

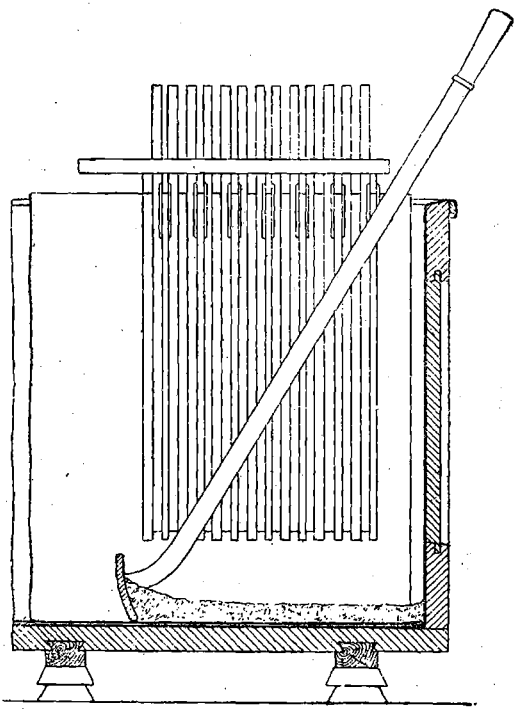


Fig. 81. Lopăţică de lemn, pentru adunarea şi scoaterea depunerilor de materie activă din fundul vaselor elementelor staţionare.

4.2. Materiale ajutătoare

În afara pieselor de rezervă, care înlocuiesc piesele deteriorate, sînt necesare o serie de materiale:

Plumbul moale în vergele cu o secţiune de circa 15/15 mm este necesar pentru sudarea pieselor din plumb moale.

Plumbul tare (aliaj de plumb cu 2—5% antimoniu), de aceeaşi secţiune, este necesar confecţionării pieselor din plumb tare.

Plumbul moale şi tare, în vergele de circa 5/5 mm pentru suduri mici, de exemplu pentru repararea plăcilor şi pentru îmbinarea laminatelor de plumb. Trebuie observat ca vergelele pentru sudare să fie turnate din plumb curat şi omogen. Turnarea se face cu lingura, după îndepărtarea oxizilor care plutesc deasupra plumbului topit, la temperatura cea mai mică posibilă, încet, pentru ca aerul şi oxizii să iasă la suprafaţă.

Vergelele turnate corect sînt strălucitoare pe toate feţele, semn că nu au oxizi, şi nu sînt colorate, ceea ce arată că plumbul nu a fost prea cald. Vergelele cu incluziuni de oxizi şi cu bule de aer dau suduri nesigure şi adesea produc accidente, prin împroşcarea plumbului la topirea porţiunilor neomogene, datorită exploziei bulelor de aer.

Oxigenul şi gazele lichefiate, în butelii normalizate, sînt necesare pentru sudare.

Cartonul de calitate obişnuită, în grosimi diferite, este folosit pentru completarea spaţiilor dintre elemente, în vasele de ebonită sau de sticlă, grupate în cutii metalice sau de lemn şi prevăzute a fi acoperite cu bitum.

Vata ordinară, colorată, este necesară pentru închiderea spaţiilor ocupate de cartoane, între elemente, în vederea turnării bitumului. Vata împiedică scurgerea bitumului cald între vase şi permite astfel ca demontarea vaselor de ebonită să fie efectuată uşor şi fără spargeri. Spaţiile mai mari se acoperă cu fîşii de carton asfaltat subţire, fără nisip, tăiate la măsură cu foarfeca.

Bitumul preparat special este folosit la etanşare.

Şuruburile diferite, benzile, cornierele de oţel şi altele, de dimensiunile corespunzătoare sînt necesare reparării cutiilor bateriilor.

Vopseaua antiacidă, neagră sau de altă culoare, acidul sulfuric special pentru acumulatoare, apa distilată, materialul lemnos, bumbacul, cîrpele de şters, parafina sînt materiale care nu pot lipsi în exploatare.

4.3. Repararea acumulatoarelor cu plăci de plumb

În cele ce urmează vom indica procedee obişnuite de reparare a acumulatoarelor, de la operaţiile simple pînă la reparaţiile capitale. Cauzele care determină felul şi volumul reparaţiilor au fost analizate.

4.3.1. *Demontarea pentru reparaţii. Schimbarea electrolitului*

Curăţirea acumulatorului, ca operaţie premergătoare unei reparaţii, se execută cu mare grijă, pentru a se evita pătrunderea impurităţilor şi pentru a se uşura operaţia de demontare. O baterie cu capacul închis etanş, de exemplu o baterie de auto-

vehicul, scoasă din locaşul ei, poate fi spălată cu furtunul (jetul de apă fiind slab, pentru a evita împroşcările de noroi şi de acid), cu o perie sau cu o pensulă. Operaţia se execută în locul anume prevăzut. Dopurile elementelor trebuie să fie strînse bine şi etanşate. Apa de spălare nu trebuie să pătrundă în element.

Bateriile fără capace, etanşe, nu se spală cu apă, ci se curăţă uscat, cu beţişoare, cu o perie aspră şi apoi cu cîrpe uscate.

Desfacerea legăturilor dintre elemente trebuie efectuată astfel ca piesele desfăcute să nu se deterioreze şi să permită reconectarea cu aceleaşi piese. Legăturile sudate care angajează numai două piese se taie cu cleştele tăietor (de exemplu, urechile plăcilor staţionare conectate prin sudare la bara de legătură, se taie scurt lîngă şină, pentru a putea fi sudată la loc, cu mijloace obişnuite la remontare. Legăturile de plumb masiv, sudate, ale elementelor de tracţiune se desfac tot prin tăiere, dacă poziţia tăierii îngăduie îmbinarea, la remontare, prin sudare a legăturii dintre ele cu un şablon de margine, aşezat sub tăietură. La acumulatoarele de autovehicule, conexiunile fiind complexe (legătura, bucşa capacului şi polul grupului de plăci), desfacerea se execută prin tăiere cu burghiul, cu coarba sau cu maşina de găurit.

Conexiunile înşurubate se desfac cu unelte corespunzătoare (şurubelniţe, chei, chei-contra). Desfacerea unei înşurubări la bornele unui acumulator nu este o operaţie simplă. Şurubul de fixare, de oţel sau de bronz, se prinde aşa cum s-a arătat, într-un miez de oţel sau de bronz, încorporat prin turnare în polul de plumb al grupului de plăci. Şurubul este plumbuit, iar şaibele şi legătura dintre elemente sînt de plumb sau de cupru plumbuit. Deşurubarea acestui sistem de piese suprapuse, din materiale maleabile, cere precauţii deosebite, aceste operaţii reprezentînd surse curente de avarii. Şurubelniţa pe măsura şanţului şurubului, cheile mecanice de mărimea exactă a capului şurubului, cheia pentru evitarea deformărilor, potrivită dimensiunilor lamelelor de legătură, împreună cu mînuirea fără eforturi periculoase asigură calitatea operaţiei. O cheie cu mîner prea lung poate produce torsiuni nepermise şi chiar smulgerea din plumb a miezului de cupru. O cheie de dimensiuni prea mari retează muchiile capului şurubului şi poate împiedica demontarea fără deteriorări. Încălzirea uşoară, cu flacăra aparatului de sudare, uşurează desfacerea şuruburilor.

Scoaterea capacelor elementelor, fără deteriorări, se realizează cu mijloace simple. Capacele neetanşe se degajează după îndepărtarea inelelor de cauciuc care le asigură imobilitatea. Capacele etanşate cu bitum se scot după încălzirea şi desprinderea acestuia. Operaţia se execută la cald, folosindu-se un spaclu, pentru desprinderea bitumului de vasul de ebonită şi două cîrlige de oţel în formă de L care se introduc prin gaura dopului, sub capac, pentru scoaterea acestuia. Cîrligele au un cap drept destul de lung, care angajează de o parte şi de alta a găurii dopului, o porţiune mare din capac, neîngăduind astfel deformarea lui ; la capătul celălalt cîrligele au mînere. Dacă dispozitivul de încălzire cu abur lipseşte, se întrebuinţează pentru încălzire aparatul de sudare sau lampa de benzină şi cuţitul-şurubelniţă pentru degajarea bitumului. Bineînţeles capacul se scoate, după demontarea legăturilor dintre elemente sau după tăierea acestora.

Scoaterea grupurilor de plăci din elemente, pentru revizie, se execută după cercetarea atentă a stării acestora. Plăcile deteriorate se rup complet în cursul acestei operaţii, rămîn în vas şi nu mai pot fi folosite. Procedeul aplicat depinde de construcţia acumulatorului. Dacă grupurile au fost introduse în vas o dată cu izolaţiile dintre plăci, se scot în acelaşi mod, împreună (cazul acumulatoarelor de autovehicule şi de tracţiune). La acumulatoarele staţionare la care grupurile de plăci au fost constituite prin sudare în vase, acestea se scot sub formă de plăci, tăiate cu cleştele tăietor, scurt de la şina de grupare, bineînţeles după scoaterea izolaţiei dintre ele.

Grupurile se scot după demontarea capacelor elementelor, folosindu-se cleşti de apucare, fără smucituri, observîndu-se continuu mersul operaţiei. Înainte de scoaterea completă din vas, se înclină grupul şi se sprijină în diagonală pe marginea vasului, pentru ca electrolitul să se scurgă. În cazul cînd grupul nu iese uşor, se încălzeşte vasul de ebonită cu flacăra sau prin cufundare în apă caldă (evident, în cazul cînd bateria este construită din elemente separate, care pot fi scoase din cutie). Grupul de plăci se spală bine cu apă obişnuită şi se supune operaţiilor necesare.

Scoaterea separatoarelor dintre plăci se poate face fie direct din element, aşa cum s-a arătat mai înainte, fie după scoaterea şi spălarea grupului de plăci. În primul caz, separatoarele sînt trase dintre plăci o dată cu beţişoarele lor de întărire ; dacă

este nevoie se folosesc şipci de lemn netede, pentru degajarea separatoarelor. În al doilea caz, separatoarele sînt scoase, iar grupul de plăci este aşezat pe muchie, pe bancul de lucru ; dacă plăcile sînt în stare bună, simpla despărţire a grupului pozitiv de grupul negativ ale plăcilor elementului face ca separatoarele să se desprindă cu uşurinţă. Dacă plăcile sînt uzate şi trebuie totuşi folosite mai departe, separatoarele se scot cu ajutorul spaclului plumbuit, cu care se îndepărtează uşor plăcile, grupul fiind aşezat culcat cu plăcile paralel cu bancul.

Separatoarele de lemn în stare bună sînt spălate şi conservate, ca şi cele din alte materiale, care însă sînt mai întîi uscate în stive, la o temperatură mică.

Scoaterea elementelor din baterie este necesară cînd se înlocuiesc elementele deteriorate sau bolnave, pentru tratare separată şi este posibilă cînd bateria este constituită din elemente grupate în cutii metalice sau de lemn. Operaţia se execută după desfacerea legăturilor elementului respectiv. Se degajează elementul, scoţîndu-se penele de fixare şi plăcile de ebonită striate care separă vasele alăturate pentru uşurarea răcirii acestora. La bateriile mai mici, intervalul dintre elemente este acoperit cu bitum ; nu se folosesc pene de fixare nici plăci striate, ci cartoane şi scîndurele. Aceste elemente se degajă, îndepărtîndu-se bitumul cu cuţitul-şurubelniţă încălzit, cu sau fără înmuierea bitumului cu flacăra aparatului de sudare sau a lămpii cu benzină. Bitumul nu trebuie încălzit pînă la temperatura de picurare, pentru a nu se scurge între elemente, ceea ce ar îngreuna mult operaţia de degajare. Dacă montarea a fost corectă, adică s-au folosit şuviţe de carton asfaltat şi vată pentru a se acoperi bine spaţiul dintre elemente, după fixarea lor cu scîndurele şi cartoane, bitumul poate fi îndepărtat cu uşurinţă. În continuarea operaţiei se scot cartoanele şi scîndurelele şi apoi elementul, prin apucare cu cleştele cu gura lată, bateria fiind ţinută cu cîrligele cu talpă. Adeseori pentru eliberarea unui element este nevoie să se deplaseze elementele învecinate (v. fig. 76).

Scoaterea vaselor de ebonită din baterie, după scoaterea grupurilor de plăci, se efectuează ca la punctul precedent, după ce se goleşte mai întîi electrolitul.

Puntarea elementelor este necesară fie pentru scoaterea din circuit a unui element care rămîne mai departe în baterie, în repaus sau în tratament separat, fie pentru închiderea circui-

tului, după scoaterea din baterie a elementului în vederea tratării sau a reparării acestuia. În primul caz, noile legături, care trec ca o punte peste element, trebuie să aibă sub ele bucăţi de scîndură uscată şi parafinată, care să împiedice scurtcircuitarea accidentală a elementului. În al doilea caz nu mai este necesară această precauţie.

Legăturile care constituie puntea pot fi confecţionate din timp, ceea ce se recomandă la bateriile cu număr mare de elemente. Dispozitivul de îmbinare pe polul elementului să fie tipul folosit la bateria respectivă. Puntea nu trebuie să stînjenească operaţiile, să fie uşor de manipulat şi să aibă o secţiune care să permită descărcarea normală a bateriei.

Scoaterea nămolului din fundul vaselor se efectuează periodic la acumulatoarele staţionare, fără demontarea acestora. Operaţia se execută cu pompa de nămol, sau, în lipsa acesteia, manual, cu lopăţele de lemn. Cu ajutorul unor sorburi din tuburi de celuloid sau material plastic, fixate la capătul furtunului pompei, se tulbură nămolul depus pe fundul vasului şi se trage afară din vas, într-o cuvă de sticlă sau de lemn căptuşită cu plumb, unde decantează ; acidul limpede se toarnă la loc în element. În lipsa pompei, nămolul se scoate cu lopăţica de lemn, fără a se tulbura electrolitul. Operaţia se începe cu scoaterea arcurilor de plumb care fixează grupul de plăci şi scoaterea separatoarelor, pentru a se lăsa loc liber. Dacă se demontează elementul, nămolul se scoate la urmă, după scoaterea electrolitului.

La acumulatoarele de tracţiune cu plăci de mare suprafaţă şi sac nămolul se scoate după scoaterea din element a grupurilor de plăci. La acumulatoarele cu plăci pastate, nămolul nu se produce în cantităţi care ar putea duce la scurtcircuitarea plăcilor şi, în general, nu trebuie scos din vas decît la schimbarea plăcilor. Dacă însă este nevoie, se scoate nămolul după scoaterea grupurilor de plăci.

Nămolul scos din elemente poate fi reîntrebuinţat la fabricarea acumulatoarelor. El trebuie păstrat în vase sau lăzi acoperite pentru a nu fi împrăştiat de vînt, fiind toxic.

Schimbarea concentraţiei electrolitului constă în înlocuirea cu acid sulfuric mai concentrat a unei părţi a electrolitului, dacă se urmăreşte mărirea concentraţiei sau înlocuirea acestuia cu apă distilată, dacă se urmăreşte micşorarea concentraţiei electrolitului.

Operația se efectuează după completarea cu apă distilată și după o încărcare de egalizare dusă pînă la sfîrșit. Cantitatea de electrolit care trebuie înlocuită pentru realizarea concentrației dorite se calculează cu ajutorul datelor din tabela 32. Adăugarea de acid se face însă numai în cazuri speciale.

Tabela 32

Pregătirea electrolitului

Greutatea specifică a acidului sulfuric la 15°C, g/cm³	Se obțin 100 l acid sulfuric de greutate specifică:							
	1,18		1,20		1,24		1,28	
	din (*b*) litri acid cu greutatea specifică (*a*) și (*c*) litri apă distilată							
a	*b*	*c*	*b*	*c*	*b*	*c*	*b*	*c*
1,18	100,00	—	—	—	—	—	—	—
1,19	94,29	5,80	—	—	—	—	—	—
1,20	89,12	11,07	100,00	—	—	—	—	—
1,21	84,49	15,78	94,81	5,29	—	—	—	—
1,22	80,26	20,10	90,05	10,15	—	—	—	—
1,23	76,35	24,11	85,68	14,62	—	—	—	—
1,24	72,99	27,51	81,90	18,46	100,00	—	—	—
1,25	69,92	30,63	78,45	21,96	95,79	4,33	—	—
1,26	65,57	35,41	75,26	25,19	91,90	8,32	—	—
1,27	64,42	36,22	72,29	28,21	88,27	12,04	—	—
1,28	61,91	38,78	69,47	31,11	84,83	15,52	100	—
1,285	60,70	40,03	68,09	31,26	83,15	17,24	100,00	—
1,29	59,56	41,21	66,83	33,82	81,59	18,84	98,13	1,93
1,30	75,35	43,48	64,35	36,37	78,57	21,90	94,49	5,64
1,71	21,89	80,64	24,57	78,05	30,00	72,81	36,08	66,92
1,825	17,43	86,21	19,56	84,31	23,88	80,22	28,72	75,61
1,834	17,12	86,67	19,21	84,84	23,46	80,85	28,21	76,36
1,842	16,23	88,18	18,22	86,51	22,25	82,80	26,75	78,62
1,841	16,08	88,47	18,04	86,86	22,04	83,31	26,50	79,30

Înlocuirea electrolitului impurificat se efectuează cu acumulatorul încărcat, în cazul cînd impurificarea este cu clor, fier, acid acetic, substanțe organice sau substanțe azotoase și cu acumulatorul descărcat, cînd impurificarea este cu alte substanțe, deoarece în felul acesta o bună parte a impurităților se găsesc în electrolit.

Operațiile stabilite de către un specialist pe baza buletinului de analiză a electrolitului impurificat și a duratei de funcționare a bateriei cu acest electrolit, pot fi, după caz, următoarele:

— Scoaterea electrolitului din vas, cu pompa de acid, cu furtunul sau prin răsturnare și înlocuirea cu electrolit de concentrație normală. Operația trebuie executată cît mai repede, ca plăcile să nu stea în aer liber din cauza pericolului de sulfatare. Plăcile negative nu trebuie să se încălzească pentru a se evita descărcări prelungite în vederea recăpătării capacității normale.

— Demontarea elementelor, spălarea vaselor și a plăcilor, montarea și umplerea cu acid proaspăt.

— Scoaterea electrolitului, scoaterea nămolului, umplerea cu apă caldă (pînă la 50°C la elementele în vase de sticlă) sau cu apă rece, înlocuirea apei, după cîteva ore, cu apă distilată, golirea și umplerea cu acid de concentrație normală.

4.3.2. *Reparații și înlocuiri*

Vasele de sticlă nu pot fi reparate. În lipsa unor vase de rezervă sau a unor vase de alt tip, aproapiate ca dimensiuni și numai atunci cînd este absolut necesară menținerea în funcțiune a elementului respectiv se poate încerca o reparare cu bitum, după o înfășurare strînsă cu sîrmă. Prin încălzire cu o flacără mică în interior și în exterior, se asigură pătrunderea bitumului în crăpături și în goluri mici. Etanșeitatea este astfel asigurată, nu însă și rezistența mecanică necesară. Operația nu este recomandabilă, deoarece spărtura se poate reface, electrolitul se împrăștie, iar plăcile rămîn neacoperite și se pot deteriora. De aceea, orice instalație trebuie să aibă la dispoziție vase de rezervă.

Vasele de ebonită pot fi reparate în unele cazuri; la nevoie absolută, este posibilă o reparare sumară cu bitum cald, fără petice. Marginile rupturii se curăță foarte bine și se încălzesc cu flacăra înainte de aplicarea bitumului. Reparația nu are o durată prea mare, deoarece acidul se infiltrează în scurt timp, trebuind înlocuit. Crăpăturile pînă către mijlocul vaselor, spargerile cu lipsuri mici de material la partea superioară a vaselor de ebonită cu pereții subțiri și netezi, pot fi reparate prin vulcanizare. Se încălzește porțiunea de reparat, se subțiază cu cuțitul muchiile care vor fi îmbinate, se ung cu soluție obișnuită de cauciuc în benzol și se aplică petice din materialul nevulcanizat care servește la fabricarea ebonitei. Se aplică peste petic, în interior și în exterior, două piese metalice care acoperă complet suprafața acestuia. Piesele strînse cu scoabe

cu şurub, care asigură contactul între vasul de ebonită şi petec, sînt încălzite cu rezistenţe electrice. După cîteva ore, vulcanizarea este terminată şi locul reparat se polizează la dimensiunile normale ale vasului.

Monoblocurile de ebonită nu se repară decît provizoriu şi nesigur, cu bitum, la fel ca şi vasele.

Vasele din materiale termoplastice se repară cu petice aplicate şi sudate cu aer cald ; spargerea lor nu este frecventă.

Vasele de lemn căptuşite cu plumb se repară în bune condiţii prin înlocuirea completă sau parţială a căptuşelii de plumb şi prin repararea vasului de lemn. Lucrarea cere mijloace simple, dar o calificare deosebită. Repararea impune scoaterea şi reintroducerea căptuşelii.

Pentru uşurarea înţelegerii, se va începe cu descrierea confecţionării unei căptuşeli noi. Vasul de lemn este vopsit în interior cu vopsea antiacidă, de obicei, de culoare neagră. Banda de plumb moale, laminată la grosimea necesară, se aşază pe o masă solidă şi dreaptă, destul de mare pentru a cuprinde căptuşeala desfăşurată ; se îndreaptă cu bătătorul de lemn, se trasează cu un vîrf metalic şi se taie cu un cuţit. Materialul croit se aşază, începînd cu fundul, pe un şablon de lemn corespunzător golului vasului care trebuie căptuşit. Îmbinarea materialului se face prin sudare, pe muchii suprapuse. Sudarea exterioară se efectuează pe şablon, care apoi se scoate, pentru efectuarea sudurilor interioare. Această sudură necesită o flacără foarte mică şi vergele subţiri de plumb moale. Îmbinările se punctează la început şi apoi se completează. Se foloseşte bătătorul pentru îndreptare şi peria de sîrmă de oţel, pentru curăţirea oxizilor materialului şi pentru netezirea sudurii.

Căptuşeala se umple cu acid sulfuric diluat (de circa 1,08 g/cm^3) şi se ţine sub observaţie minimum 24 h, pentru a i se descoperi eventualele puncte neetanşe care se înseamnă şi se repară prin sudare, după golirea acidului. Încercarea poate fi efectuată în vasul de lemn propriu, care nu permite însă descoperirea defectelor decît după evacuarea acidului şi scoaterea căptuşelii ; este mai bine să se aşeze căptuşeala într-un schelet simplu din şipci de lemn bătute în cuie, care o împiedică să se deformeze şi permite observarea atentă a întregii ei suprafeţe. Defectele mari se văd în afara căptuşelii, datorită picăturilor de acid care ies din vas şi în scurgere lasă dîre ; defectele mici, apar ca o rouă. Defectele sînt datorite discontinuităţii materialului, incluziunilor de oxizi de plumb, bucă-

ţilor de alte metale sau sudurilor imperfecte; ele se elimină, după evacuarea acidului, prin sudare pe şablon.

Pentru a nu fi deformată, căptuşeala se introduce vertical în vasul de lemn vopsit şi uscat, după ungere în exterior cu multă vaselină consistentă. Vaselina uşurează iniţial pătrunderea căptuşelii şi apoi protejează vasul de lemn. Pentru a se ajuta pătrunderea, se mişcă uşor căptuşeala şi vasul de lemn. Ajunsă în poziţie definitivă, căptuşeala se netezeşte cu bătătorul de lemn, prin lovituri uşoare; ea nu se fixează de vasul de lemn.

La partea de sus căptuşeala este răsfrîntă peste marginile vasului ca o manşetă, prin tăiere, sudare, batere. Manşeta are rolul de a nu permite picăturilor de acid să se scurgă pe vasul de lemn şi în consecinţă, de a izola electric căptuşeala de plumb.

Partea răsfrîntă a căptuşelii nu are nici un sprijin şi se turteşte cu uşurinţă, putînd chiar să atingă vasul de lemn; la locul atingerii, izolaţia nu mai este asigurată, acidul se scurge pe vas, atacînd vopseaua şi apoi lemnul.

Pregătirea scoaterii, pentru reparare, a unei căptuşeli neetanşe constă în ridicarea părţii răsfrînte. Operaţia se execută fără deteriorări, cu un cleşte cu gura lată. Căptuşeala se scoate vertical, fiind degajată la nevoie cu şipci subţiri şi netede de lemn, care se introduc între aceasta şi vas. Reparaţia se execută după curăţirea cu un şabăr şi cu o perie de sîrmă, obturîndu-se găurile cu flacăra mică a aparatului de sudare sau punîndu-se petice din tablă de plumb. Peticele se îmbină margine lîngă margine, pe şablon, cu o cusătură subţire; peticele pot fi îmbinate prin sudură cu muchiile suprapuse numai dacă dimensiunile vasului îngăduie aceasta fără a crea piedici la introducerea căptuşelii şi la montarea plăcilor. Sudurile proeminente adună depuneri de materie activă şi sînt surse de scurtcircuit între plăci. Aplicarea petecelor pe muchiile suprapuse nu este recomandată şi poate fi considerată ca o reparaţie provizorie, de scurtă durată.

Încercarea şi introducerea în vas a căptuşelii reparate se efectuează la fel ca a unei căptuşeli noi.

La *înlocuirea vaselor de ebonită* trebuie să se observe ca vasul nou să ocupe spaţiul celui vechi, care a putut căpăta deformaţii în timpul funcţionării, adesea diferenţele de dimensiuni ale vasului nou putînd împiedica înlocuirea. Înainte de folosirea vasului nou, el trebuie să se încerce dacă este perfect etanş. Vasele de sticlă sparte, ale elementelor staţionare, se înlocuiesc

cu vase de rezervă, spălate şi uscate. Pentru aşezarea pe izolatoare de porţelan se foloseşte cumpăna de apă, intercalîndu-se între vas şi izolator rondele de plumb sau material plastic, de grosimi diferite, pentru a prelua diferenţele de dimensiuni. Vasul, aşezat orizontal, nu trebuie să se mişte, ci să calce bine, la toate colţurile, pe izolatoare. Poziţia izolatoarelor are şi ea importanţă (fig. 82); deoarece vasele de sticlă aşezate incorect se sparg cu uşurinţă. După reparare şi îndreptare, plăcile pozitive şi negative sînt aşezate în vasele de sticlă la distanţele cuvenite, cu ajutorul şablonului-pieptene şi sînt sudate la şina de plumb pe un şablon-cleşte. Se introduc planşetele, cu beţişoarele lor, şi se toarnă sau se pompează în vase acid sulfuric de concentraţia prescrisă, apoi se începe încărcarea de punere în funcţiune.

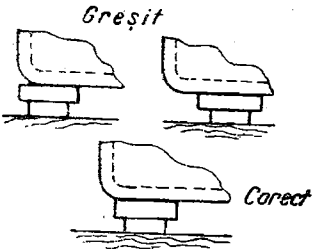


Fig. 82. Poziţiile greşită şi corectă ale vaselor de sticlă ale elementelor staţionare, pe izolatori.

Îndreptarea se efectuează în mod curent asupra plăcilor de mare suprafaţă, cu ajutorul scîndurilor de îndreptare (fig. 83), prin lovire. Se îndreaptă atît plăcile noi cît şi cele care s-au curbat în timpul funcţionării în element. După îndreptare, plăcile trebuie mînuite cu băgarea de seamă şi apucate numai de urechi.

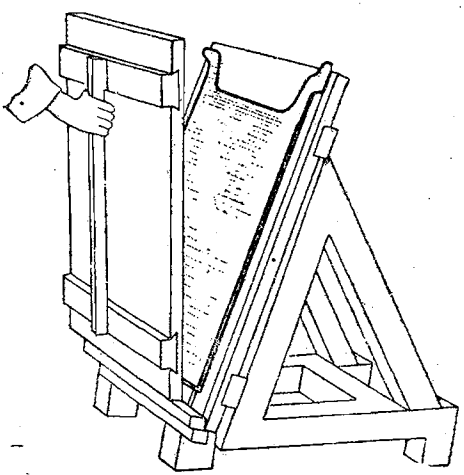


Fig. 83. Scînduri pentru îndreptarea plăcilor de mare suprafaţă.

Plăcile sac se îndreaptă mai greu, din cauza construcţiei lor; operaţia se execută numai prin apăsare, fără lovire, urmărindu-se continuu efectul, pentru a se evita ruperea nervurilor.

Plăcile pastate nu pot fi îndreptate, în general, fără desprinderea materiei active din fagurii grătarelor sau fără ruperea nervurilor acestora .

Repararea plăcilor pozitive de mare suprafață este o operație ușoară. Ea constă în tăierea, cu cleștele tăietor, a părților deformate și îmbinarea prin sudare a rupturilor ramei, direct sau prin șuvițe de plumb aplicate și completarea lipsurilor prin sudare cu șablonul de margine. Repararea se face înainte de îndreptare sau între două îndreptări, după nevoie. Este necesară o sudură cu flacără mică, folosindu-se vergele subțiri de plumb moale.

Plăcile negative sac se repară în același fel, folosindu-se însă vergele de plumb tare și șabloane de margine potrivite locului și nervurilor.

Necesitatea reparării prin sudare a grătarului plăcilor pastate se ivește cînd plăcile sînt noi și au rupturi. Cu ocazia unei demontări de revizie este posibil să se repare grătarul, dacă placa pastată este în foarte bună stare. Cînd ele prezintă rupturi multe, grătarul este la sfîrșitul duratei de funcționare; fiind foarte sfărîmicios nu mai poate fi scos din grupul de plăci și reparat.

Repararea accesoriilor (borne, legături, punți) se face prin sudare, dacă degradarea nu este prea mare și nu este necesară înlocuirea piesei.

Dacă borna unui acumulator de autovehicul este ruptă deasupra capacului sau este roasă de colierul de contact, ea se toarnă din nou, folosindu-se un șablon conic potrivit. Ruptura sau uzura se ajustează cu cleștele tăietor, pentru ca șablonul să poată fi așezat deasupra; se topește ruptura cu flacăra aparatului de sudare și se adaugă plumb tare topit din vergea, pînă la completare; după răcire se îndepărtează șablonul.

Legăturile dintre elementele acumulatoarelor se repară pe șablon. Defectele de suprafață (de exemplu, urmele vîrfurilor metalice de contact ale voltmetrului portativ) se repară fără șablon, cu o flacără mică. Capetele de plumb masiv ale legăturilor de cupru plumbuit se repară pe șablon, ca și bornele.

Punțile de grupare a plăcilor prezintă uneori rupturi (în special la polul punții) și deseori coroziuni. Pe cît posibil, acestea se înlocuiesc cu piese noi, sudate pe șablon. La nevoie ele pot fi reparate prin sudarea pe același șablon. Pentru polul punții este necesar un șablon cilindric, în care este turnat polul.

La înlocuirea plăcilor deteriorate ale tuturor categoriilor de acumulatoare trebuie respectată următoarea regulă generală: în element se montează plăci identice, atît ca tip și dimensiuni, cît și ca stare.

Amintim că un element cu mai multe perechi de plăci funcţionează şi se comportă ca tot atîtea elemente legate în paralel. Plăcile în stare bună se descarcă mai mult decît cele în stare rea, şi în cazul elementelor închise, unde semnele de sfîrşit al încărcării nu pot fi observate la fiecare placă, pot fi supuse sistematic unei încărcări insuficiente; această funcţionare dezechilibrează elementul, plăcile fiind solicitate neegal şi, din această cauză, abuziv. La elementele în care plăcile pozitive şi negative sînt de acelaşi tip, dar în stări diferite, funcţionarea plăcilor de acelaşi semn nu este diferenţiată, dar elementul se comportă diferit decît în stare normală, capacitatea sa fiind diferită deoarece grupul de plăci în stare mai puţin bună limitează descărcarea. În această situaţie se găseşte un acumulator la care se înlocuiesc numai plăcile pozitive şi se folosesc mai departe plăcile negative uzate. Elementul se abate de la funcţionarea normală în raport cu diferenţele de stare dintre cele două grupuri de plăci, dar revine în scurtă vreme la capacitatea nominală, cînd plăcile negative sînt în stare bună. Situaţia descrisă se întîlneşte în mod obişnuit la bateriile staţionare cu plăci pozitive de mare suprafaţă şi cu plăci negative sac, ocazional la bateriile de tracţiune cu plăci pastate şi extrem de rar la acumulatoarele de autovehicule, la care se înlocuiesc de regulă concomitent atît plăcile pozitive cît şi cele negative.

La acumulatoarele de autovehicule plăcile pozitive deteriorate se înlocuiesc uneori cu plăci negative uzate. Prin construcţia şi funcţionarea lor, plăcile pozitive ale acumulatoarelor de autovehicule nu pot fi deteriorate mult înaintea celor negative, decît dacă folosirea este defectuoasă, deci nu pot exista la dispoziţie plăci negative în stare bună, decît în acest caz. O placă negativă construită diferit de una pozitivă nu o poate înlocui în funcţionare fără a se degrada în scurtă vreme; operaţia se efectuează cu acest risc.

Regula generală enunţată se aplică nu numai la elemente, ci şi la baterii. Plăcile trebuie înlocuite în acelaşi timp la toate elementele care funcţionează împreună, pentru a se asigura omogenitatea acestei funcţionări. Fac excepţie elementele adiţionale ale bateriilor staţionare descărcate şi încărcate diferit de celelalte elemente din corpul bateriei, la care pentru înlocuire pot fi folosite şi plăci uzate. De obicei, la repararea bateriei se înlocuiesc fie toate plăcile, fie numai plăcile pozitive, se aleg din piesele demontate plăci în stare încă bună pentru montarea

în elementele adiţionale şi se pun plăci noi în toate elementele corpului bateriei.

Înlocuirea plăcilor elementelor staţionare comportă o succesiune de operaţii care se execută cu bateria scoasă din exploatare. Se scot planşetele împreună cu beţişoarele lor ; se separă plăcile de şina de legătură ; se scot plăcile negative şi, dacă ele se folosesc în continuare, se aşază imediat în vase cu apă distilată ; se scot plăcile pozitive, cele care vor fi remontate se spală şi se stivuiesc, iar celelalte se evacuează la depozitul de deşeuri ; se evacuează electrolitul în baloane ; se ridică vasul, se spală şi se evacuează depunerile din fund ; apoi se procedează la remontare. Vasele se aşază pe izolatoare ; după reparare şi îndreptare plăcile pozitive şi negative, dispuse la distanţele cuvenite cu ajutorul şablonului-pieptene sînt sudate pe şablonul-cleşte. Se introduc planşetele cu beţişoarele lor şi se toarnă sau se pompează în vase electrolit de concentraţia prescrisă, după care se începe încărcarea de punere în funcţiune.

Pentru *înlocuirea grupurilor de plăci* se folosesc piese de rezervă, constituite într-un grup nou înainte de demontarea pentru reparare. Plăcile şi puntea care le grupează sînt aşezate pe un şablon combinat, pe care sînt sudate ; şablonul dă siguranţă că plăcile sînt la egală distanţă una de alta, paralele şi la aceeaşi înălţime. Urechile plăcilor trebuie să iasă deasupra pieptenului şablonului şi să pătrundă între dinţii punţii. Sudarea trebuie executată în această poziţie, avîndu-se grijă să se topească mai întîi dinţii punţii şi urechile plăcilor şi apoi să se adauge plumb din vergea, pentru completare. Urechea plăcii şi puntea trebuie să fie curate, fără oxizi de plumb. Grupul nu se scoate din şablon decît după răcirea sudurii care poate fi accelerată cu un mic jet de apă. Grupul trebuie aşezat în picioare pe banc, ferit de deformări. Gruparea cu punţi vechi nu este permisă, în general, decît dacă dinţii se taie cu ferăstrăul în poziţia şi la dimensiunile unei punţi noi. Îmbinarea neîngrijită a plăcilor la punte nu poate fi observată la montare şi mai tîrziu este posibil ca unele plăci să se desprindă din grup.

Plăcile rupte din grup se repară, iar urechea scurtată se aduce la dimensiunea necesară, pe un şablon profilat corespunzător, cu plumb de lipit ; locul ocupat în punte de urechea ruptă se taie cu cleştele tăietor sau cu ferăstrăul, pentru a permite pătrunderea noii urechi care se sudează pe şablonul de asamblare.

Dacă este nevoie să fie transportate, grupurile se introduc unele în altele iar spațiul liber se completează cu bucăți de carton, pentru a se împiedica deformarea plăcilor.

Grupul pozitiv și cel negativ se așază unul în celălalt. Se introduc planșetele între plăci, iar pachetul de plăci și planșete astfel constituit este strîns cu presa și introdus în element. Toate plăcile, atît cele pozitive cît și cele negative trebuie să se sprijine pe prismele din fundul vasului.

La bateriile cu mai multe elemente în vase de ebonită, grupurile pot fi înlocuite, scoțîndu-se sau nu vasele din cutia de asamblare. Dacă nu se scot vasele, există avantajul reducerii unor operații, dar și inconvenientul unei siguranțe mai mici a lucrării, deoarece operațiile sînt executate fără încălzirea convenabilă a cutiilor de ebonită care pot fi astfel forțate și sparte la introducerea grupurilor de plăci.

4.3.3. *Montarea elementelor*

Montarea separatoarelor dintre plăci, folosindu-se fie piese în stare bună, fie piese noi, este una dintre ultimele operații efectuate la repararea acumulatoarelor (fig. 84). Planșetele de

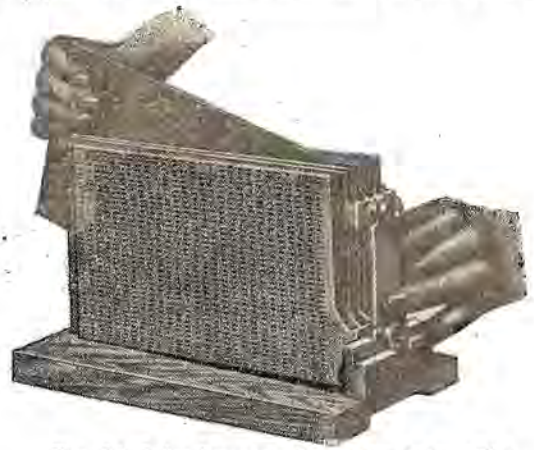


Fig. 84. Introducerea planșetelor între plăci.

lemn și bețișoarele lor de întărire trebuie să fie de dimensiuni corespunzătoare (lățimea planșetelor să fie mai mare decît lățimea plăcilor, dar mai mică decît lățimea vasului; înălțimea lor să

depășească înălțimea plăcilor, iar grosimea lor să nu împiedice introducerea grupului de plăci în vas).

La elementele de tracțiune și autovehicule, grupurile de plăci trebuie să constituie cu separatoarele un pachet compact, care să nu se poată mișca în vas în timpul șocurilor la care sînt supuse aceste categorii de acumulatoare. De aceea, în înălțime, separatoarele trebuie să fie cuprinse fără jocuri între marginea de jos a punții de grupare a plăcilor și muchia de sus a prismelor care susțin plăcile pe fundul vasului. Grosimea grupului nu trebuie să permită introducerea lui în element decît cu greutate, prin apăsare. Pentru strîngere se folosește presa de grupuri și dacă pachetul de plăci are joc, se adaugă o plansetă de lemn între ultima placă a grupului și vas.

Planșetele trebuie să fie în stare bună (drepte, fără urme de putreziciune și mucegai, crăpături, goluri sau rupturi) ; defectele se descoperă, privindu-se planșeta în fața unei lumini puternice. Planșetele și bețele trebuie tratate cu leșie caustică, pentru a se împiedica producerea acidului acetic, deosebit de dăunător plăcilor acumulatorului ; tratamentul se execută de fabrica producătoare care menționează că piesele sînt „leșiate". Cînd conservarea nu a fost corespunzătoare, planșetele și bețișoarele de lemn se usucă, își micșorează dimensiunile și se strîmbă. În acest caz se pun în apă distilată, se lasă să se umfle și să se înmoaie înainte de montare, apoi se sortează și cele bune se stivuiesc pe o scîndură dreaptă, cu o greutate peste ele, pentru ca după uscare să fie plane.

Separatoarele din alte materiale, în stare nouă sau nu, pot fi montate fără operații pregătitoare, dacă sînt curate, au porozitate normală și nu prezintă defecte, rupturi sau goluri. La separatoarele din mase plastice, cu o față riglată, folosite fără planșete de lemn, trebuie să se observe atent dacă înălțimea riglelor este normală pentru a nu stînjeni circulația electrolitului.

Ca regulă generală, fața riglată a separatoarelor se așază pe placa pozitivă ; la fel separatoarele perforate sau ondulate, întrebuințate cu planșete de lemn netede. Fața netedă a separatoarelor (sau, în unele cazuri, fața cu rigle mai mici) se așază pe placa negativă ; la fel planșetele de lemn netede.

Planșetele de lemn se dispun în element cu fibrele orizontal, în timp ce bețișoarele de lemn sau de ebonită care întăresc planșetele se așază vertical.

Planșetele de lemn folosite fără bețișoare de întărire se așază în element cu fibrele în poziție verticală.

Impănarea elementelor în baterie se aplică numai la bateriile de tracțiune constituite din elemente în vase de ebonită, cu pereți subțiri și supuse unor mișcări violente și trepidațiilor. Rolul impănării este acela de a fixa elementele în cutia bateriei, fără a sparge vasele, angajînd în fixare suprafețe mari ale vasului de ebonită, pentru ca acesta să nu se deformeze la temperaturi ridicate și să împiedice demontarea; distanțele dintre elemente și alinierea acestora trebuie să corespundă dimensiunii și poziției legăturilor de conectare a elementelor; circulația aerului de răcire între elemente nu trebuie să fie stînjenită; prin scoaterea impănării, elementele trebuie să poată fi ușor scoase din baterie; penele trebuie să izoleze șirurile de elemente între care există tensiuni mai mari.

Penele, ca și scîndurelele, sînt confecționate din lemn uscat și parafinat (se cufundă cîteva minute în parafină fierbinte și apoi se scot și se scurg). Penele se taie oblic pe ambele fețe de apăsare, pe cînd scîndurelele se taie în pană numai pe una dintre fețe.

Pentru impănare se folosesc, prin urmare, trei piese, cea din mijloc fiind pana care se bate cu ciocanul, iar cele laterale, scîndurelele care se sprijină pe vasele de ebonită. La o baterie pentru electrocar, de exemplu, sînt suficiente două linii de impănare, una în lungul bateriei și alta în latul ei; între celelalte elemente se așază plăci de ebonită striate care asigură fixarea, izolarea și răcirea necesare.

Penele noi se croiesc mai lungi la prima măsurare, se bat pînă la realizarea impănării, se scot și se taie la măsura rezultată prin cedarea elementelor. O gaură executată în pană la capătul de sus permite agățarea ei cu un cîrlig și scoaterea ei fără greutate, la nevoie. Penele, scîndurelele și plăcile striate trebuie să se afle cu latura superioară la 20 mm sub marginea vasului elementului, pentru a nu permite curenții de scurgere.

Turnarea bitumului de etanșare se efectuează după montarea elementelor vizitate sau reparate. În primul rînd se închid, cu șuvițe de carton asfaltat și vată, locurile pe unde bitumul cald ar putea să se scurgă în element sau între vasele elementelor. Se toarnă un prim strat subțire care acoperă vata și cartonul asfaltat; se toarnă apoi al doilea și ultimul strat, cu canciocul. Temperatura bitumului nu trebuie să fie prea ridicată (120—140 °C) și această operație trebuie efectuată cu o deosebită grijă fiindcă vasele de sticlă se pot sparge. După com-

pletarea cantității necesare de bitum, se curăță cu cuțitul bitumul scurs întîmplător și se netezește cu flacăra aparatului de sudare sau cu lampa cu benzină. Suprafața bitumului trebuie să fie netedă și lucioasă ca o oglindă ; etanșarea trebuie realizată neapărat. Dacă turnarea se face prea repede, sau bitumul degajă gaze, la suprafață apar mici cratere datorite bulelor formate ; netezirea cu flacăra remediază acest defect.

Calitatea turnării bitumului este dovedită de etanșarea capacelor și a spațiilor dintre elemente și, ceea ce din păcate se constată numai la demontare, de lipsa scurgerilor de bitum în elemente sau între acestea.

Operațiile de finisare necesare după montare sînt :

— marcarea, cu chernerul, a centrului polului elementelor cu legături sudate, pentru a se putea aplica burghiul la o nouă demontare ;

— marcarea distinctă a semnelor + și — ;

— notarea datei reparației și, eventual, a lucrătorului care a efectuat-o ;

— notarea seriei și a numărului matricol al bateriei ;

— vopsirea și, la nevoie, netezirea din nou a bitumului, cu flacără ;

— curățirea, cu peria de sîrmă, a pieselor de plumb, în special la suduri, în cazul elementelor închise cu dop.

CAPITOLUL 5

CONSERVAREA ACUMULATOARELOR CU PLĂCI DE PLUMB

În timpul efectuării reparațiilor la instalațiile electrice, acumulatoarele care le deservesc se scot din funcțiune pentru un interval de timp mai îndelungat, fiind puse la conservare. Scopul acestei conservări este de a împiedica uzura acumulatorului în mod inutil. Felul conservării depinde de starea în care este necesar să se mențină acumulatorul: încărcat, gata pentru utilizare, sau scos complet din exploatare.

Piesele componente ale bateriilor noi care nu au fost puse încă în funcțiune cum și cele de schimb trebuie, de asemenea, conservate.

Conservarea acumulatoarelor trebuie făcută după instrucțiuni, amănunțit întocmite, în funcție de condițiile locale concrete. În cele ce urmează se va analiza conservarea acumulatoarelor în diferite situații.

Durata de conservare a acumulatorului poate fi: scurtă, mijlocie, lungă sau foarte lungă.

Conservarea pe o durată scurtă, între 3 și 12 săptămîni, a acumulatoarelor în stare gata pentru utilizare se realizează prin încărcare periodică. Acumulatorul este încărcat pînă la apariția semnelor de sfîrșit de încărcare; se completează apoi electrolitul, se supraîncarcă, se spală, se usucă în exterior și se depozitează deconectat de orice instalație electrică, într-o cameră, unde se menține o temperatură între +5 și +30 °C, acumulatorul fiind ferit de praf, umezeală, căldură, frig, cum și de razele soarelui. O cameră uscată, la subsol, este foarte indicată. După șase săptămîni, acumulatorul este încărcat din nou, complet. Se constată că acumulatorul în stare bună și depozi-

tat în bune condiţii se descarcă la mai puţin de jumătate din capacitatea nominală. Dacă descărcarea este mai mare, se elimină cauzele care au provocat-o. Acestea pot fi o izolare electrică exterioară defectuoasă, sau un scurtcircuit accidental. Încărcarea următoare se va face la mai puţin de şase săptămîni. Un acumulator defect se autodescarcă mai mult, iar conservarea, în acest caz, se poate realiza numai pentru intervale scurte de timp. La punerea în funcţiune, acumulatorul se încarcă şi se supraîncarcă. La fiecare încărcare se completează electrolitul cu apă distilată şi se supraîncarcă pentru omogenizare.

Bateriile noi, neutilizate, sînt conservate fără electrolit. Întrucît separatoarele de lemn trebuie să se menţină umede, elementele se etanşează înainte de depozitare. După asigurarea etanşeităţii, elementele se păstrează, pînă la 12 săptămîni, în condiţiile menţionate mai înainte. Din această categorie fac parte acumulatoarele pentru autovehicule şi unele din tipurile pentru tracţiune. La punerea în funcţiune, ele sînt umplute cu electrolit şi încărcate.

Conservarea pe o durată mijlocie, de 3—12 luni, a bateriilor în stare de utilizare trebuie considerată ca o prelungire a conservării pe o durată scurtă. Conservarea se face aşa cum s-a arătat mai înainte, însă la şase luni se execută un tratament de egalizare. La fel se procedează şi la repunerea în funcţiune.

Uneori conservarea trebuie făcută pe o durată mijlocie, fără intervenţii. În acest caz se procedează astfel: se încarcă şi se supraîncarcă acumulatorul, se goleşte electrolitul şi se înlocuieşte cu apă distilată. Se încarcă din nou, cu un curent egal cu 1/4 din curentul normal de încărcare. Se repetă operaţia în cazul cînd concentraţia electrolitului a crescut, ajungînd la jumătate din concentraţia normală. După şase luni se încarcă din nou cu un curent egal cu 1/4 din curentul normal de încărcare. Nivelul electrolitului se consideră normal, cînd acesta acoperă complet izolaţia dintre plăci. Electrolitul se completează cu apă distilată şi se supraîncarcă, pentru omogenizarea concentraţiei. La punerea în funcţiune, electrolitul folosit pentru conservare este înlocuit cu altul de concentraţie normală, bateria se supune unui tratament de egalizare, după care se trece la corectarea concentraţiei electrolitului şi la supraîncărcare.

Pentru bateriile noi, nepuse în funcţiune, sînt valabile aceleaşi consideraţii ca şi în cazul conservării pe o durată scurtă.

Conservarea pe o durată mare de 1—2 ani a bateriilor în stare gata pentru utilizare este legată de inconveniente mari. Una din metodele care pot fi aplicate este aceea descrisă la conservarea pe o durată mijlocie şi anume, prin înlocuirea cu apă distilată a electrolitului şi încărcări periodice. Conservarea fără intervenţii periodice se realizează prin demontarea şi uscarea acumulatorului. Această operaţie se execută numai după ce există avizul unui specialist în acest sens, deoarece numai un acumulator în bună stare poate fi conservat astfel. La demontare şi montare plăcile uzate pot fi deteriorate. O baterie staţionară poate fi conservată fără a fi demontată, dacă locul de conservare corespunde condiţiilor arătate în cazul conservării pe o durată scurtă. Se aplică bateriei un tratament de egalizare, se completează electrolitul cu apă distilată şi se supraîncarcă. Concentraţia electrolitului elementelor trebuie să fie omogenă. Se descarcă bateria în regim de 10 h, apoi se procedează la demontarea ei. Plăcile sau grupurile de plăci se spală cu apă multă, se aşază pe scînduri sau pe rafturi şi se usucă lent. Iarna, uscarea se face în mod obligatoriu în camere încălzite ; nu se usucă la soare.

Depozitarea plăcilor sau a grupurilor, după uscare, cum şi a separatoarelor dintre plăci se face la fel ca aceea a materialelor de rezervă. La punerea în funcţiune, bateria se montează după regulile obişnuite şi se supune unui tratament de încărcări-descărcări repetate, cu corectarea concentraţiei electrolitului, pînă la sfîrşitul încărcării. La instalaţiile unde capacitatea bateriei interesează din primul moment al reluării în exploatare, de exemplu, în cazul utilizării bateriei în încărcare-descărcare, se controlează descărcările tratamentului care este prelungit pînă la redobîndirea capacităţii necesare. Eventualele dificultăţi care se ivesc pot fi eliminate prin tratamente de desulfatare.

Metoda descrisă permite efectiv o conservare a acumulatoarelor, fără preocupări deosebite şi fără intervenţii. In plus, permite efectuarea unor lucrări mari în sala acumulatoarelor sau la instalaţia electrică aferentă. Metoda nu poate fi însă aplicată în orice caz ci, aşa cum s-a arătat, numai la acumulatoarele în bună stare.

Conservarea pe o durată lungă a oricărui acumulator în stare gata pentru utilizare se poate face în condiţii bune printr-o încărcare permanentă. Metoda constă în aplicarea la bornele acumulatorului a unei tensiuni constante reduse, deci încărca-

rea cu un curent mic, a cărui acțiune să compenseze autodescărcarea. Și în acest caz, înaintea punerii la conservare a acumulatorului este necesar un tratament de egalizare urmat de completarea electrolitului și omogenizarea concentrațiilor, separarea, curățirea și apoi depozitarea în condițiile arătate anterior. Valoarea curentului necesar încărcării variază între 0,01 C_{10} și 0,005 C_{10} [A], la o tensiune aplicată la borne de circa 2,15 V pe element. Ca regulă generală, concentrația electrolitului nu trebuie să scadă, încărcarea compensînd autodescărcarea; nivelul electrolitului trebuie să rămînă același, semn că încărcarea nu depășește autodescărcarea, provocînd electroliza apei din electrolit. Cînd se constată o scădere a concentrației electrolitului se mărește tensiunea de încărcare permanentă, la peste 2,15 V pe element. Dacă după aprecierea pierderilor prin evaporare normală se observă o scădere a nivelului electrolitului, tensiunea trebuie redusă sub 2,15 V pe element.

Conservarea se face adeseori prin scoaterea din funcțiune a bateriei la locul de utilizare. În acest caz este necesar să se ia aceleași măsuri și anume: bateria trebuie deconectată complet, menținută curat (asigurîndu-se astfel o bună izolare electrică), iar circulația persoanelor, curenții de aer și schimbările de temperatură trebuie evitate.

Încărcarea permanentă nu trebuie întreruptă. Întreruperile rare, de cîteva ore, nu au o importanță prea mare, în schimb la întreruperile pe durate de mai multe ore trebuie observată comportarea bateriei. În cazul întreruperilor pe durate de cîteva zile este necesar ca înaintea repunerii la încărcare permanentă a bateriei să se aplice un tratament de egalizare.

În cursul conservării prin încărcare permanentă se fac în mod periodic tratamente, și anume: la trei luni o încărcare de egalizare, completarea electrolitului, supraîncărcarea; la șase luni se efectuează un tratament de egalizare, adică încărcare-descărcare-încărcare, completarea electrolitului, supraîncărcarea pînă la simptomele sfîrșitului de încărcare. Curentul de încărcare și descărcare este cel normal, atît în cazurile tratamentelor de egalizare, la trei și șase luni, cît și după o întrerupere, de cîteva zile, a încărcării permanente.

Tratamentele periodice arată starea reală a bateriei și deci eficacitatea conservării. Pe baza observării comportării bateriei în timpul tratamentelor periodice se poate aprecia dacă intervalele de trei și șase luni pot fi mărite sau trebuie micșorate.

Plăcile pozitive de mare suprafață se pretează fără inconveniente la încărcarea permanentă.

La plăcile pozitive pastate s-a observat unele efecte electrochimice la suprafața de atingere a grătarului cu pasta, ceea ce face ca metoda arătată să fie folosită cu oarecare rezervă.

În condiții favorabile, cînd autodescărcarea este redusă, și la variații mici de temperatură, conservarea prin încărcare permanentă poate fi prelungită, fără tratament, pînă la 12 luni.

În cele ce urmează se va descrie conservarea bateriilor noi, nepuse în funcțiune, a materialelor de rezervă, cum și a bateriilor scoase din exploatare și demontate pentru conservare. Atît în cazul pieselor detașate cît și în cazul acumulatoarelor asamblate se pune aceeași problemă și anume: dacă plăcile pozitive și negative în timpul conservării vor fi grupate sau nu; felul cum se va face conservarea izolației dintre plăci, cum și a celorlalte materiale, vase, postamente etc.

Depozitarea trebuie să se facă într-un loc corespunzător, adică ferit de praf, căldură, frig, umezeală, soare. Plăcile se depozitează bine în stive, separat cele pozitive de cele negative, așezate pe scînduri drepte și netede. Plăcile trebuie să fie așezate față în față, acoperindu-se una pe cealaltă. Înălțimea stivelor depinde de greutatea plăcilor, adică de acea greutate pe care o poate suporta, fără să se deterioreze, placa cea mai de jos. Stivele mai înalte conservă mai bine plăcile, deoarece ținîndu-le presate le feresc de contactul cu aerul. Așezarea în stive este corectă numai atunci cînd plăcile sînt perfect plane, iar scîndurile pe care se stivuiesc sînt uscate. Dacă există pericol de umezire, scîndurile nu pot fi așezate direct pe sol și de aceea se așază pe grinzi care să permită aerisirea. Între scîndură și placa cea mai de jos nu trebuie adăugat nimic, dacă scîndura este plană și netedă. În caz contrar, se introduce carton alb, curat. Stivele se acoperă cu hîrtie albă, cartoane, prelate etc., pentru a fi ferite de praf și de umezeală. În cazul cînd stivele ar putea fi lovite, se așază scînduri pentru protecție.

Grupurile de plăci se așază direct pe scînduri sau rafturi, separat cele pozitive de cele negative. Grupurile se pot introduce două și uneori chiar trei, unele în altele, formînd astfel un pachet care se așază mai ușor și mai bine pe raft. În ceea ce privește acoperirea lor se vor respecta aceleași condiții ca și în cazul plăcilor detașate.

Livrarea plăcilor detașate și a grupurilor se face de către fabrica producătoare în ambalaje speciale. Conservarea lor se

face foarte bine în aceste ambalaje, care permit şi o depozitare mai bună.

În timpul conservării, plăcile şi grupurile de plăci trebuie controlate periodic, prin descoperirea stivelor, deschiderea ambalajelor şi observarea stării materialului. Praful, petele de culori diferite pe plăci, urmele de umezeală, mucegaiul arată o conservare defectuoasă. După eliminarea cauzelor care au contribuit la aceste neajunsuri trebuie stabilit, cu competenţă, dacă această conservare poate fi continuată şi în ce condiţii. În mod obişnuit, controlul se face o dată la 12 luni.

O bună conservare permite ca plăcile să capete repede şi omogen capacitatea normală, imediat după punerea în funcţiune. O conservare neconformă va necesita, în plus, tratamente costisitoare la punerea în funcţiune a bateriilor, pentru dobîndirea capacităţii şi mai ales a omogenităţii, indice principal pentru aprecierea calităţii materialului. În cazul unei conservări necorespunzătoare plăcile pot fi complet pierdute.

În cazuri speciale, calitatea conservării se apreciază prin controlul caracteristicilor electrice ale materialului; se preiau periodic loturi mici de plăci, care se asamblează, se pun în funcţiune şi se încearcă.

În funcţie de felul materialului, separatoarele dintre plăci se conservă în mod diferit. Astfel, în afara separatoarelor de lemn, celelalte separatoare se conservă în pachete învelite cu hîrtie ceruită sau în lăzi. Locul de depozitare nu prezintă o problemă. Separatoarele de lemn, planşetele, beţişoarele sînt livrate de fabrică în stare umedă, în pachete învelite în hîrtie ceruită. Aceste măsuri sînt luate pentru o durată scurtă de conservare. Ele se conservă bine şi timp îndelungat, dacă se ţin în vase de sticlă, gresie sau lemn căptuşit cu plumb, complet scufundate într-o soluţie de 2 l de acid sulfuric cu o concentraţie de 1,18 g/cm^3, la 100 l de apă distilată. Soluţia se schimbă, de obicei, o dată la şase luni şi în general ori de cîte ori se constată că există mucegai. Planşetele şi beţişoarele de lemn demontate pentru conservare se spală bine cu apă, înainte de conservare.

Materialele de ebonită se conservă foarte bine în pivniţe răcoroase. Ebonita, în special cutiile cu pereţi subţiri şi capacele, ce deformează la căldură. Sticla, lemnul, lăzile şi postamentele se conservă simplu, apărate de precipitaţii atmosferice, de vînt şi de soare.

La darea în exploatare, separatoarele se spală, iar lăzile și postamentele se vopsesc.

Conservarea pe o durată foarte lungă, de 2—4 ani, a bateriilor care trebuie scoase din funcțiune este posibilă prin demontarea acestora. Asigurarea unei conservări bune în acest caz se face mai greu. Planșetele de lemn și bețișoarele nu se conservă pe o durată de peste doi ani.

Bateriile noi pot fi conservate la fel ca și cele pe o durată lungă, însă cu condiția ca toate prescripțiile menționate să fie riguros îndeplinite. Este de preferat ca bateriile scoase din funcțiune pe o durată lungă să nu fie puse la conservare, ci utilizate în alte instalații.

CAPITOLUL 6

PATOLOGIE PROFESIONALĂ. PROTECȚIA MUNCII

La exploatarea și repararea acumulatoarelor electrice cu plăci de plumb se lucrează în condițiile unui mediu toxic. Plumbul, îndeosebi, acidul sulfuric și uneori bitumul provoacă otrăviri profesionale.

In timpul utilizării acumulatoarelor și mai ales în timpul reparării lor, personalul activează și respiră în mediul în care există oxizi de plumb și acid sulfuric. Pericolul de intoxicare cu plumb este și mai mare atunci cînd se lucrează cu praf de plumb, de pildă la morile de plumb, la măturarea atelierului de reparații, la colectarea deșeurilor de plumb rezultate, cum și la montarea plăcilor. La sudarea plumbului și la turnarea de accesorii, în prezența plumbului topit, pericolul intoxicării este tot atît de mare.

Plumbul intră în organism pe căile respiratorii, prin înghițire și chiar prin piele.

Conținutul prafului de oxizi de plumb în aerul atelierului de reparații nu trebuie să depășească 0,01 mg/m^3. Introducerea zilnică în organism a 3—4 mg de plumb provoacă o intoxicare cronică.

Potrivit legilor, angajarea personalului într-un atelier de reparat acumulatoare se face numai în baza unui control medical riguros. Nu se admit oameni debili, anemici, suferinzi de inimă sau suspecți T.B.C.

Se atrage atenția că oamenii perfect sănătoși nu sînt în afară de pericol. Se cunosc cazuri cînd muncitori agricoli, obișnuiți cu munca în aer liber și perfect sănătoși, s-au îmbolnăvit mai repede decît muncitorii industriali.

O măsură importantă de protecție împotriva intoxicării cu plumb este respectarea igienei de către muncitori. Mîinile și

gura trebuie des şi bine spălate. Se lucrează numai cu îmbrăcăminte de protecţie, cu care nu se pătrunde în sălile de mese, cluburi etc. După lucru, personalul trebuie să facă duş cald. Hainele şi încălţămintea de protecţie trebuie să stea în dulapuri speciale, individuale, separat de hainele de schimb.

Muncitorii şi personalul tehnic care activează în domeniul exploatării şi reparării acumulatoarelor trebuie să aibă un regim de alimentare special, compus din grăsimi, lapte, albumine. Laptele măreşte rezistenţa organismului împotriva intoxicaţiilor, nu numai fiindcă el este hrănitor, ci şi datorită faptului că apără organismul împotriva constipaţiei care reprezintă un pericol deosebit pentru personalul aflat zilnic în contact cu plumbul.

Prescripţiile de protecţie a muncii acordă o mare importanţă măsurilor menite să prevină intoxicaţiile: curăţenia localurilor şi a personalului, o bună aerisire, filtrare etc.

Demontarea şi montarea acumulatoarelor trebuie făcută pe mese prevăzute cu grătare şi ventilaţie absorbantă. Locul unde se toarnă bitumul pentru etanşarea capacelor trebuie să fie acoperit cu un geam pentru a feri muncitorul de stropirea cu bitum fierbinte şi de fum. Pereţii şi duşumelele atelierului şi staţiei trebuie să fie curăţite des şi umezite periodic. Se recomandă că înainte de măturare să se împrăştie pe duşumea rumeguş de lemn umezit.

Pentru protecţia pielii, muncitorul trebuie să ungă cu vaselină mîinile şi faţa.

In staţia de încărcare a acumulatoarelor personalul este supus acţiunii iritante a acidului sulfuric degajat sub formă de ceaţă din elemente la sfîrşitul încărcării, care poate provoca boli de stomac şi de plămîni. De asemenea, este atacat emailul dinţilor. Staţia de încărcare trebuie să aibă o bună ventilaţie. In ţara noastră, în domeniul exploatării şi reparării acumulatoarelor, ca de altfel în toate domeniile în care, forţat de împrejurări, lucrătorul munceşte într-un mediu dăunător sănătăţii, sînt legiferate o serie de măsuri menite să împiedice acţiunea vătămătoare a mediului. Astfel, în acest domeniu, muncitorilor li se acordă un sprijin substanţial sub forma alimentelor antidotice (lapte şi grăsimi), a unui program redus de muncă, a unei salarizări speciale.

Proiectele de fabrici, ateliere, staţii, unde se folosesc acumulatoare cu plăci de plumb, sînt supuse unui control deosebit,

în ce privește respectarea măsurilor de protecție a muncii și nu se pun în execuție decît după avizul forurilor competente.

Din controalele efectuate asupra felului în care sînt aplicate în practică măsurile de protecție a muncii, se constată că majoritatea cazurilor de intoxicație se datoresc nerespectării prescripțiilor și, în special, din cauza nefolosirii din plin a mijloacelor pe care statul le pune la dispoziția oamenilor muncii.

Se recomandă insistent respectarea măsurilor de prevenire a accidentelor și a celor menite să înlăture îmbolnăvirea profesională.

Specifice acestui domeniu de activitate sînt accidentele datorite stropirii cu acid sulfuric.

Acidul sulfuric diluat folosit la acumulatoare nu este periculos pentru epidermă dacă partea atinsă este spălată imediat cu multă apă. Dacă acesta pătrunde în ochi, efectul este mult mai grav, trebuie luate măsuri speciale. Se recomandă să se pună la dispoziția fiecărui atelier de reparație, sau stație de încărcare, o trusă de prim ajutor care să conțină un flacon cu o soluție salină compusă din 2 g de clorură de sodiu pur și 250 cm^3 apă. În lipsa acestei soluții se poate dizolva, în aceeași cantitate de apă, o linguriță de sare de bucătărie.

Accidentatul, orbit temporar de acid sulfuric, trebuie să poată ajunge singur, repede la flaconul cu soluția menționată, cu care să-și spele ochii. Operația trebuie făcută în minimum de timp după accidentare și cu multă atenție. Se ține capul pe spate și se clipește din ochi. La nevoie se poate spăla ochiul accidentat și cu apă de conductă. Îndată după primul ajutor trebuie consultat medicul.

În sălile bateriilor sînt posibile de asemenea electrocutările, datorită mediului umed și acid.

Îmbrăcămintea de protecție constă din: haină și pantaloni de lînă, șorț de lînă; mănuși și cisme de cauciuc, ochelari de protecție la sudură și manipularea acidului sulfuric.

Condițiile de lucru în secțiile fabricilor de acumulatoare, în centrele și atelierele de reparație, cum și în sălile de exploatare a acumulatoarelor electrice sînt prevăzute în broșura „Norme de tehnica securității pentru fabricile de acumulatori, pile galvanice, tuburi, cabluri și materiale electroizolante" apărută în 1953 în baza ordinului 879 al M.E.E.I.E.

Durata zilei de lucru a personalului care activează direct în legătură cu acumulatoarele este de 6 h, potrivit H.C.M. 348/1950, și deciziei nr. 273/1950 M.E.E.I.E.

PARTEA A DOUA

ACUMULATOARE ALCALINE

CAPITOLUL 7

FUNCȚIONAREA ȘI CONSTRUCȚIA ACUMULATOARELOR ALCALINE. CARACTERISTICI ELECTRICE ȘI DOMENII DE UTILIZARE

La acumulatoarele alcaline electrozii pozitivi sînt de nichel, iar cei negativi de fier sau cadmiu. Elementele au primit denumirea metalelor întrebuințate, nichel-fier și nichel-cadmiu (Ni-Fe și Ni-Cd).

Un alt tip din grupa acumulatoarelor alcaline, care a început să se impună prin însușirile sale, este elementul Ag-Zn, cu electrodul pozitiv de argint și electrodul negativ de zinc.

Aceste acumulatoare au electrolit alcalin, soluție de potasă caustică.

7.1. Funcționarea și construcția acumulatoarelor alcaline

Elementele Ni-Fe și Ni-Cd. Materia activă de pe placa pozitivă, respectiv hidroxidul de nichel, se află în două stări: $Ni(OH)_3$, cînd acumulatorul este încărcat și $Ni(OH)_2$, cînd acesta este descărcat. Materia activă de pe placa negativă constă din fier, cînd acumulatorul este încărcat și din hidroxid de fier, cînd acesta este descărcat. La acumulatoarele Ni-Cd materia activă de pe placa negativă constă din Cd, cînd acumulatorul este încărcat și hidroxid de cadmiu, cînd acesta este descărcat.

În cursul încărcării, hidroxidul de nichel al electrodului pozitiv se oxidează, transformîndu-se într-un hidroxid superior de nichel, în timp ce hidroxidul electrodului negativ se reduce la fier metalic, în cadrul elementului Ni-Fe, și cadmiu metalic la elementul Ni-Cd.

La descărcare, procesul chimic decurge invers: electrodul pozitiv se reduce şi electrodul negativ se oxidează, reluînd stările de hidroxid de fier şi respectiv hidroxid de cadmiu.

Electrolitul acestor acumulatoare constă dintr-o soluţie de potasă caustică, care teoretic, în timpul încărcării şi descărcării nu îşi schimbă concentraţia. Aceasta se datoreşte faptului că în timp ce la un electrod se măreşte concentraţia, concomitent la celălalt scade, în egală măsură.

Materia activă a electrozilor conţine în cantităţi mici şi alte corpuri ca: grafit, litiu, mercur, care mărind conductibilitatea plăcilor îmbunătăţesc funcţionarea acumulatoarelor.

Transformările chimice de bază care au loc la încărcarea şi la descărcarea acumulatoarelor alcaline pot fi prezentate astfel:

acumulatorul Ni-Fe

$$2Ni(OH)_3 + Fe \underset{\text{încărcare}}{\overset{\text{descărcare}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2 + Fe(OH)_2$$

acumulatorul Ni-Cd

$$2Ni(OH)_3 + Cd \underset{\text{încărcare}}{\overset{\text{descărcare}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

Elementul Ag-Zn. La acest element materia activă a plăcii pozitive constă din peroxid de argint (Ag_2O_2) iar cea a plăcii negative, din zinc metalic (Zn). Transformările chimice din timpul descărcării au o acţiune de reducere la electrodul pozitiv şi de oxidare la cel negativ.

Electrolitul (soluţie apoasă de potasă caustică) participă la reacţiile din element. Greutatea specifică a electrolitului elementului încărcat este de 42 °Bé.

Reacţiile chimice de descărcare au loc în două faze. În prima, materia activă a plăcii pozitive se reduce parţial:

$$Ag_2O_2 + 2KOH + Zn = K_2ZnO_2 + H_2O + Ag_2O,$$

iar în a doua fază, reducerea ajunge la argint metalic:

$$Ag_2O + 2KOH + Zn = K_2ZnO_2 + H_2O + Ag$$

La încărcare procesul decurge în sens invers.

Principalele părţi componente ale elementelor alcaline Ni-Fe şi Ni-Cd sînt vasul, electrozii şi electrolitul. La ele se adaugă

accesoriile de asamblare: separatoare, piese izolatoare şi de distanţă, punţi. La o baterie se folosesc în plus legăturile şi cutiile de asamblare.

Vasul are întotdeauna numai o singură celulă şi este confecţionat din tablă de oţel nichelată, îmbinată prin sudură. Pereţii vasului sînt de obicei plani. La elementele mai mari pereţii au porţiuni ondulate, pentru asigurarea unei rezistenţe mecanice suficiente. Fundul şi capacul sînt şi ele sudate de corpul vasului. După îmbinare, vasul este din nou nichelat.

Pe pereţii exteriori se sudează uneori piese de distanţă cu ajutorul cărora se fixează elementul în cutia de asamblare. Vasul este adesea îmbrăcat în ebonită (fig. 85).

Fig. 85. Element Ni-Cd cu vasul în îmbrăcăminte de ebonită.

Plăcile. Electrozii se prezintă sub formă de plăci, constituite din tuburi sau casete conţinînd materia activă, presate într-o ramă de oţel. Tuburile sînt din tablă de oţel, cu perforaţii foarte fine şi au inele de întărire. Casetele, de asemenea din tablă de oţel, sînt şi ele perforate. Tuburile şi casetele sînt nichelate.

Tuburile şi casetele au dimensiuni standardizate, astfel încît plăcile de mărimi diferite sînt formate dintr-un număr mai mare sau mai mic de tuburi şi casete identice.

Materia activă a plăcii pozitive, adică hidroxidul de nichel, este amestecat de obicei cu fulgi de nichel, iar apoi se presează în tuburi (fig. 86), sau în casete. În trecut, în locul fulgilor de nichel se folosea grafit.

Atît fulgii de nichel cît şi grafitul au rolul de a mări conductibilitatea materiei active.

Materia activă a plăcii negative, adică oxidul de fier sau hidroxidul de cadmiu, împreună cu oxidul galben de mercur sînt presate numai în casete (fig. 87).

Plăcile negative ale elementelor Ni-Fe şi Ni-Cd nu se deosebesc ca aspect.

Grupul de plăci. Plăcile de aceeaşi polaritate se prind împreună, cu un şurub care străbate urechea plăcilor. Între

plăci se aşază piesele de distanţă. Plăcile şi piesele de distanţă sînt strînse pe şurub cu ajutorul unei piuliţe, constituind astfel grupul de plăci.

Grupul de plăci poate fi executat şi cu ajutorul punţilor de oţel nichelat, de care se sudează plăcile.

Fig. 86. Placă de acumulator alcalin Ni-Fe, în tuburi.

Fig. 87. Placă de acumulator Ni-Cd, în casete.

Polul grupului este de oţel nichelat, filetat şi se fixează de grupul de plăci.

Pachetul de plăci, format din grupurile de plăci pozitive şi negative, este introdus în vas, după introducerea izolaţiilor dintre plăci (ebonită perforată sau alt material). La marginile plăcilor negative se aplică piese de ebonită în formă de U. Intre vas şi plăcile negative extreme se introduce izolaţia de ebonită.

Capacul este executat din oţel nichelat şi are găuri pentru cei doi poli ai grupurilor de plăci şi pentru dop. Polii grupurilor străbat capacul prin piese izolatoare, fixate etanş pe capac. Capacul, aşa cum s-a arătat, este sudat de vas.

Dopul. De construcţie specială, este prevăzut cu un ventil de închidere cu resort sau cu un alt dispozitiv de închidere. El are rolul de a permite numai evacuarea gazelor. Se deschide numai cînd se face completarea electrolitului. La elementele Ni-Cd, ventilul dopului se ţine închis şi în timpul încărcării. La elementele Ni-Fe, ventilul se ţine uneori deschis la încărcare, în scopul de a permite degajarea mai uşoară a gazelor produse de electroliza apei din electrolit. Construcţia dopului şi poziţia lui (închis, deschis) în timpul încărcării este în funcţie de construcţia elementului.

Bornele şi legăturile. Capetele polurilor (bornele), fixate la grupurile de plăci, servesc la conectarea împreună, prin înşurubare, a elementelor bateriei. Legăturile dintre polii elementelor sînt confecţionate din lamele metalice sau cabluri izolate, prevăzute la capete cu papuci de cablu.

Cutiile de asamblare. Servesc pentru asamblarea elementelor bateriei şi de obicei sînt din lemn, uneori din metal. Elementele se fixează cu scînduri, cartoane etc.

Electrolitul. Soluţia de potasă caustică în apă distilată trebuie să îndeplinească condiţii deosebite de puritate pentru a se evita autodescărcarea. Greutatea specifică a electrolitului se stabileşte de fabrica producătoare, pentru fiecare tip de baterie în parte. În general, concentraţia electrolitului corespunde unei greutăţi specifice de 1,20 g/cm^3, la temperatura de +20 °C. În această soluţie se adaugă hidroxid de litiu care îmbunătăţeşte funcţionarea elementelor, prelungindu-le şi durata de utilizare.

Se menţionează că în acumulatorul alcalin se folosesc soluţii diferite. La formarea electrozilor fabrica producătoare foloseşte o primă soluţie pe care o înlocuieşte apoi la livrarea elementelor, ori livrează elementele fără soluţie, dînd separat soluţia necesară primei încărcări.

Electrolitul trebuie înlocuit periodic. Se utilizează o a treia soluţie de potasă caustică, diferită de primele două.

Soluţiile arătate au concentraţii diferite, stabilite pe bază experimentală. Ele conţin hidroxid de litiu în proporţii diferite.

Electrolitul se prepară uneori din sodă caustică, în locul potasei caustice, cu rezultate mai puţin bune.

Electrolitul absoarbe bioxid de carbon din aer provocînd deteriorarea elementului. Din această cauză se va ţine închis

ventilul dopului elementului, cum şi cel al vaselor cu soluţia de rezervă. Soluţia trebuie să fie incoloră şi limpede. Puritatea soluţiilor folosite este indicată în tabela 33.

Tabela 33

Impurităţile admise în electrolitul acumulatoarelor alcaline

Impuritatea	Cantitatea, mg/l
Metale (Cu, Sb, Pb, Hg, împreună)	5
Metale (Zn, Fe, Ni, Mn, Co, împreună)	20
Natriu	5 000
Halogeni (Cl, Fl, Br, J) şi CN	150
Azot	100
Sulf	5
Bioxid de carbon	1 000
Carbon oxidabil, în combinaţii organice	50
Silice (SiO_2)	50
Alte metale, împreună	10

In fig. 88 şi 89 sînt arătate două elemente alcaline Ni-Fe şi Ni-Cd cu capacele complet închise prin sudură.

Pentru una şi aceeaşi capacitate se construiesc elemente de diferite volume (vase de diferite înălţimi şi lăţimi), care asigură cantităţi de electrolit mai mari, în vederea funcţionării de lungă durată, fără intervenţii.

Părţile componente ale elementului Ag-Zn, în ceea ce priveşte forma, nu se deosebesc mult de cele ale acumulatoarelor cu plăci de plumb. Ele prezintă însă unele particularităţi.

Vasul şi *capacul* sînt în general de plexiglas.

Plăcile. În cazul cînd acumulatorul este încărcat, materia activă de pe plăcile pozitive este formată din oxid de argint, iar cele negative din zinc metalic.

La acest element separatoarele sînt nişte membrane semipermeabile care acoperă pe ambele părţi plăcile pozitive. Ele îndeplinesc şi rolul de separatoare între plăci şi rolul de filtru ionic. Fiind confecţionate din anumite răşini, aceste membrane reţin ionii de argint care la descărcare tind să se depună pe electrodul de zinc, iar la încărcare îi restituie.

Electrolitul este, ca şi la tipurile precedente, o soluţie de potasă caustică.

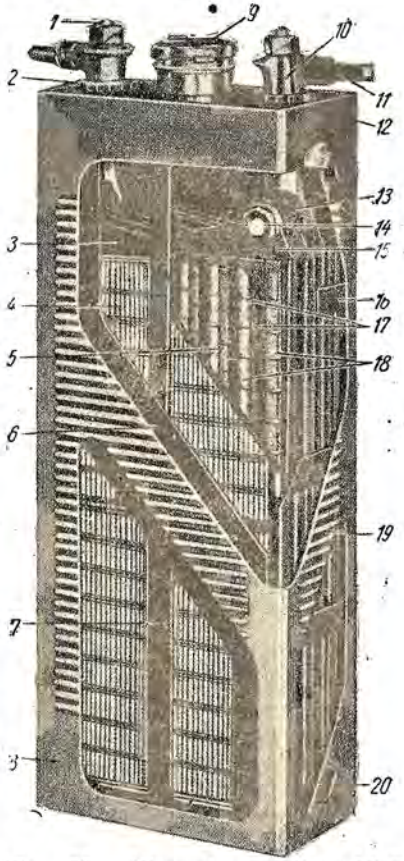


Fig. 88. Element alcalin Ni-Fe (DEAC), cu plăcile pozitive în tuburi și plăcile negative în casete:

1 — polul negativ; *2* — inel de etanșare din ebonită; *3* — placă negativă; *4* — casetă cu materie activă; *5* — băț de ebonită; *6* — placă de ebonită; *7* — băț de ebonită; *8* — vas de oțel nichelat; *9* — dop cu ventil; *10* — polul pozitiv; *11* — conductor de cupru pentru legături; *12* — capac sudat; *13* — rondele de distanță; *14* — șurub; *15* — placă pozitivă; *16* — izolație laterală; *17* — inele pentru întărirea tuburilor; *18* — tuburi cu materie activă; *19* — ondulații pentru întărirea vasului; *20* — proeminență pentru fixarea elementului în cutie.

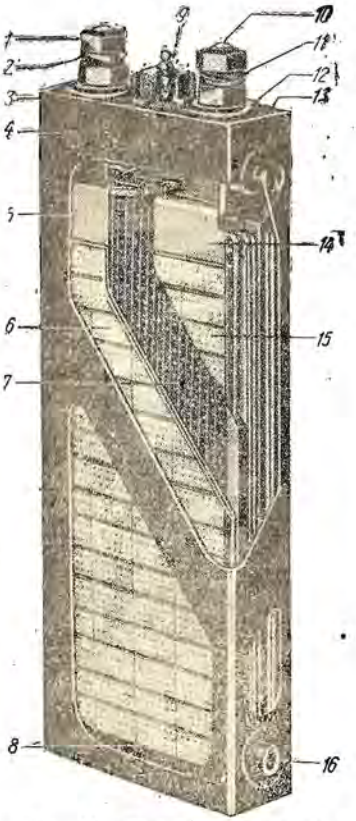


Fig. 89. Element alcalin Ni-Cd (DEAC), cu plăci pozitive și negative în casete:

1 — polul pozitiv; *2* — șaibă grover; *3* — garnitură pentru etanșarea polului; *4* — vas de oțel nichelat; *5* — placa pozitivă; *6* — casetă cu materie activă pozitivă; *7* — separator de ebonită perforată; *8* — fundul vasului; *9* — dop; *10* — polul negativ; *11* — șaibă grover; *12* — garnitură pentru etanșarea polului; *13* — capac; *14* — placă negativă; *15* — casetă cu materie activă negativă; *16* — proeminență pentru fixarea elementului în cutie.

7.2. Caracteristicile electrice ale acumulatoarelor alcaline

Funcţionarea acumulatoarelor alcaline este complexă şi diferită de la o construcţie la alta.

Caracteristicile de funcţionare a acumulatoarelor alcaline sînt : tensiunea la borne, rezistenţa interioară, capacitatea, autodescărcarea, randamentul şi durata de funcţionare.

Tensiunea elementului Ni-Cd construit în casete sau în tuburi variază după curbele arătate în fig. 90 şi 91.

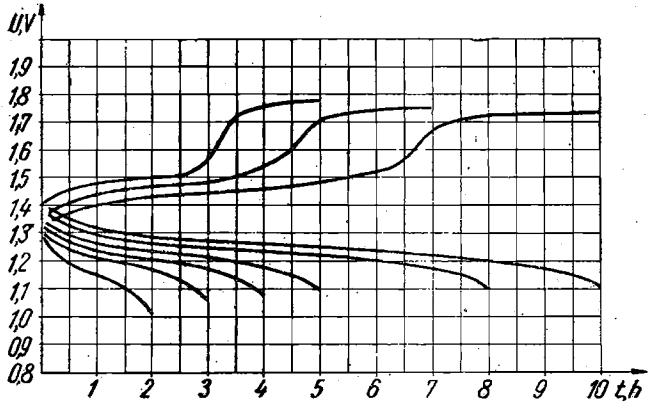


Fig. 90. Tensiunea unui element alcalin Ni-Cd cu plăcile în casete la încărcări şi descărcări cu curent constant de diferite valori, la temperatura de 20 °C.

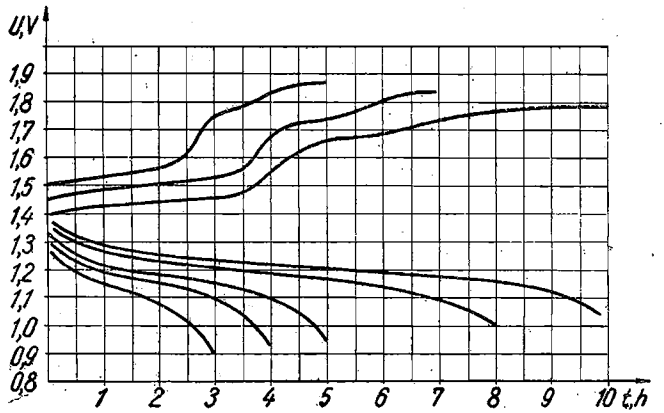


Fig. 91. Tensiunea unui element alcalin Ni-Cd cu plăcile pozitive în tuburi, la încărcări şi descărcări cu curent constant de diferite valori, la temperatura de 20 °C.

Curentul de încărcare şi de desçărcare este constant, curbele fiind trasate pentru diferite valori ale curentului de încărcare şi de descărcare.

Diferenţa dintre valorile tensiunii elementului Ni-Cd cu plăci pozitive în tuburi, faţă de cel cu plăci pozitive în casete, se datoreşte comportării diferite a materiei active în cele două construcţii

În fig. 92 şi fig. 93 este arătat cum variază tensiunea la bornele unui element Ni-Fe în cazul în care, prin construcţia lui,

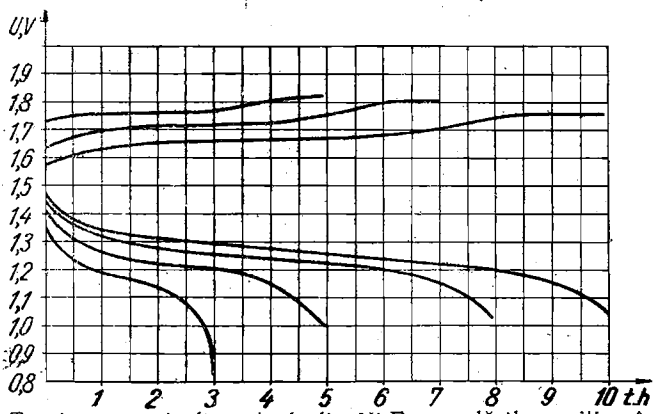


Fig. 92. Tensiunea unui element alcalin Ni-Fe cu plăcile pozitive în tuburi, la încărcări şi descărcări cu curent constant de diferite valori, la temperatura de 20 °C. Construcţia elementului cu rezistenţă interioară micşorată.

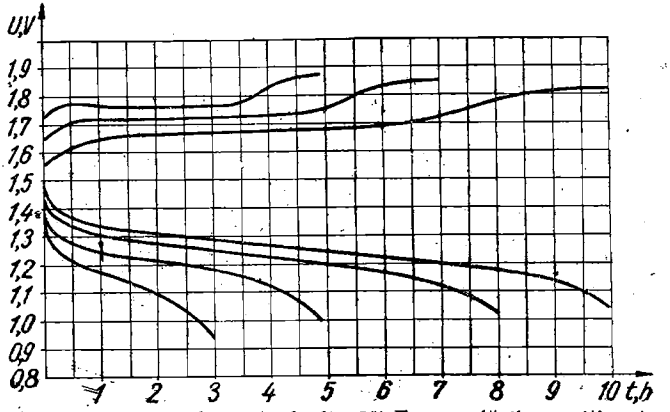


Fig. 93. Tensiunea unui element alcalin Ni-Fe cu plăcile pozitive în tuburi, la încărcări şi descărcări cu curent constant de diferite valori, la temperatura de 20 °C. Construcţia elementului cu rezistenţă interioară obişnuită.

acest element are o rezistenţă interioară micşorată, faţă de acelaşi element cu rezistenţă interioară obişnuită.

Valorile medii (aproximative) ale tensiunii elementului Ni-Fe în cazul descărcării cu un curent constant sînt următoarele :

1,13—1,16 V la descărcarea cu un curent egal cu 0,33 C_3 [A] ;
1,19—1,21 V la descărcarea cu un curent egal cu 0,2 C_5 [A] ;
1,24—1,25 V la descărcarea cu un curent egal cu 0,1 C_{10} [A].

Tensiunea medie aproximativă a elementului Ni-Cd în funcţie de curentul de descărcare :

1,11—1,16 V, la descărcarea cu un curent egal cu 0,33 C_3 [A] ;
1,17—1,20 V, la descărcarea cu un curent egal cu 0,2 C_5 [A] ;
1,21 — 1,235 V, la descărcarea cu un curent egal cu 0,1 C_{10} [A].

Tensiunea normală se referă la o temperatură a electrolitului de 20—25 °C. O temperatură ridicată măreşte tensiunea la descărcare şi o micşorează la încărcare, iar o temperatură joasă, invers. Creşterea, respectiv, scăderea de tensiune sînt mai accentuate la temperaturi de 30—35 °C.

La temperaturi joase funcţionarea celor două elemente Ni-Cd şi Ni-Fe sînt diferite. Frigul influenţează mai mult asupra elementului Ni-Fe.

Tensiunea la care se opreşte descărcarea nu are o însemnătate deosebită. Elementul nu are de suferit chiar dacă descărcarea continuă pînă cînd tensiunea devine nulă. Totuşi, se recomandă ca la unele tipuri de acumulatoare Ni-Cd cu plăcile în casete să se întrerupă descărcarea cînd tensiunea pe element a ajuns la 0,5 V.

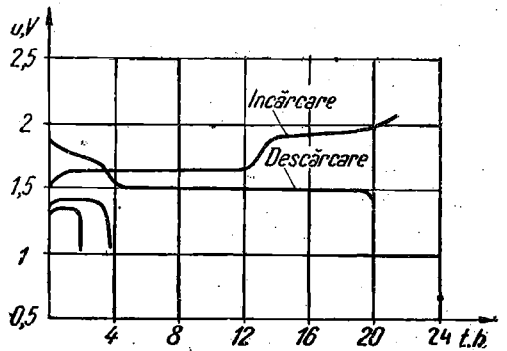


Fig. 94. Tensiunea elementului alcalin Ag-Zn la încărcarea şi descărcarea în 2, 4 şi 20 h.

Tensiunea elementului Ag-Zn, la încărcarea şi descărcarea cu curent constant, variază aşa cum arată curbele din fig. 94. Se observă că la curenţi mari, de pildă de 0,5 C_2 [A], tensiunea se menţine aproape constantă.

Rezistenţa interioară diferă de la tip la tip. Valoarea ei depinde de construcţia plăcilor, de temperatură şi de starea de încărcare, de concentraţia electrolitului şi de puritatea lui.

Utilizarea în condiţii diferite a acumulatoarelor alcaline a impus construcţii cu rezistenţe interioare corespunzătoare. La descărcări lente construcţia este normală şi rezistenţa interioară este mai mare, pe cînd pentru descărcări de şoc, acumulatorul se construieşte în plăci mai subţiri şi mai apropiate unele de altele, rezistenţa interioară fiind mult mai mică decît în construcţia normală.

Practic, valoarea rezistenţei interioare la începutul descărcării este de circa $\frac{0{,}16}{C_5}$ Ω pentru toate tipurile.

Curbele din fig. 95 caracterizează variaţia rezistenţei interioare a unui element de 100 Ah, în timpul descărcării cu un curent de 0,2 C_5 [A], la două temperaturi diferite.

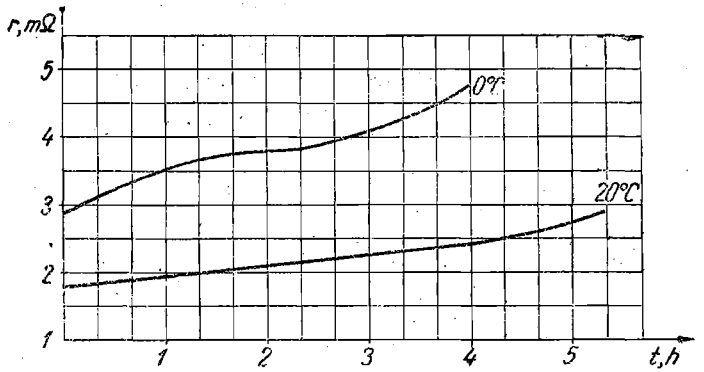


Fig. 95. Variaţia rezistenţei interioare a unui element de 100 Ah, cu plăci în casete, la descărcarea în 5 h.

Capacitatea elementelor Ni-Fe *şi* Ni-Cd nu depinde mult de valoarea curentului de descărcare (fig. 96). Se observă, însă, că o dată cu creşterea curentului de descărcare, tensiunea scade tot mai mult.

Coeficientul de utilizare a materiei active diferă de la tip la tip, şi în funcţie de polaritatea plăcilor. Valoarea lui, în cazul elementului Ni-Fe, este de circa 0,23 la plăcile pozitive şi de circa 0,42 la cele negative.

După primele 30—40 descărcări capacitatea creşte cu circa 10%.

La temperaturi joase, variaţia temperaturii are o influenţă deosebită asupra capacităţii elementului Ni-Fe. Se admite o variaţie a capacităţii de 2% din C_5 pentru fiecare grad, între 20 °C şi 10 °C, capacitatea mărindu-se cu creşterea temperaturii şi micşorîndu-se cu scăderea ei.

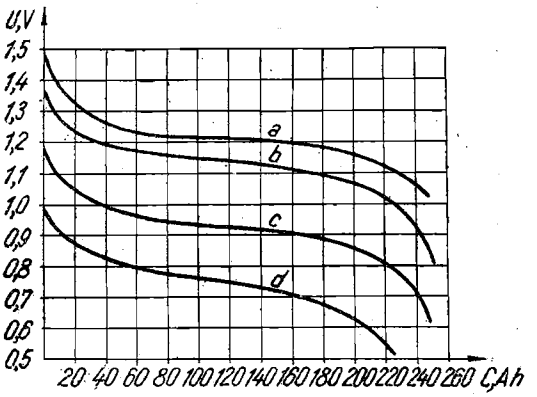


Fig. 96. Tensiunea şi capacitatea elementelor Ni-Fe şi Ni-Cd la descărcarea cu curenţi de şoc:
a — descărcarea cu 45 A; *b* — descărcarea cu 90 A; *c* — descărcarea cu 180 A; *d* — descărcarea cu 270 A.

Funcţionarea elementului Ni-Fe la temperaturi exterioare joase, şi deci obţinerea unei capacităţi satisfăcătoare în aceste condiţii, poate fi obţinută dacă temperatura electrolitului se menţine la peste 5 °C. Pentru aceasta, valoarea curenţilor de descărcare trebuie să fie suficient de mare, astfel încît la trecerea lor prin rezistenţa interioară a elementului să producă suficientă căldură. Influenţa stării anterioare a elementului asupra capacităţii este similară cu cea studiată la acumulatoarele cu plăci de plumb.

Capacitatea elementului Ag-Zn scade foarte puţin cu valoarea curentului de descărcare. Un element de 60 Ah are o capacitate de 70 Ah la 2 A, 65 Ah la 60 A şi 40 Ah la 400 A. Elementul Ag-Zn are o capacitate de două ori mai mare decît un element cu plăci de plumb de acelaşi volum, şi de trei ori mai mare decît acesta la aceeaşi greutate.

Autodescărcarea elementului Ni-Fe în repausul dintre două încărcări succesive este foarte importantă în primele zile, dacă repausul începe după o încărcare completă. După un repaus de

90 zile, tensiunea este mult micşorată şi elementul nu poate debita curentul normal. Dacă este descărcat cu un curent foarte mic, elementul are capacitatea aproape nominală. După un an de nefuncţionare el poate debita la o tensiune redusă un curent foarte mic, cu o capacitate satisfăcătoare.

Elementul Ni-Cd are o autodescărcare foarte mică, de cirça 50% din capacitatea nominală, pe an.

Temperatura ridicată favorizează autodescărcarea.

Randamentul din punctul de vedere al cantităţii de electricitate şi din punctul de vedere al energiei, la elementele alcaline se schimbă cu regimul de încărcare şi descărcare. Randamentul în ce priveşte cantitatea de electricitate este de circa 0,72 atît la elementele Ni-Fe cît şi la cele Ni-Cd, iar în ce priveşte energia este de circa 0,50 la Ni-Fe şi de circa 0,51 la cele Ni-Cd.

Randamentul se măreşte după ce elementul a fost descărcat de 30—40 ori.

După o descărcare completă, în 10 ore, în ce priveşte cantitatea de electricitate, randamentul are valorile: 0,76, dacă încărcarea se face în 28 h, 0,71 dacă încărcarea se face în 7 h şi 0,68 dacă încărcarea se face în 3,5 h.

Randamentul se măreşte simţitor cînd se fac descărcări parţiale. Un element de 100 Ah descărcat în 10 h are un randament în ce priveşte cantitatea de electricitate de 0,71 dacă este descărcat 100%, 0,86, dacă este descărcat 80% şi 0,93 la o descărcare de 50%.

Durata de funcţionare a elementelor alcaline Ni-Fe şi Ni-Cd este deosebit de mare, în raport cu elementele cu plăci de plumb, mai ales în cazul utilizării în condiţii grele. Această proprietate importantă rezultă din faptul că piesele la aceste elemente sînt de oţel, iar plăcile au materia activă trainic închisă în tuburi sau casete. Fenomenele care scurtează în mod inevitabil durata de funcţionare a acumulatorului cu plăci de plumb nu se manifestă la acumulatoarele Ni-Fe şi Ni-Cd.

O temperatură excesiv de ridicată, impurităţile cuprinse sau dobîndite în electrolit, acţiunea bioxidului de carbon din mediul bateriei, electrolitul de o concentraţie necorespunzătoare scurtează durata de funcţionare a acumulatoarelor Ni-Fe şi Ni-Cd.

Elementele cu plăcile pozitive în tuburi au o durată de funcţionare mai mare decît cele cu plăcile pozitive în casete. În mod obişnuit, durata de funcţionare a elementelor Ni-Fe şi Ni-Cd,

spre deosebire de cele Ag-Zn, nu se exprimă în cicluri, ci în ani. De exemplu bateria unui electrocar a putut dura 15 ani în exploatare. Duratele de 4—5 ani sînt obişnuite.

Durata de funcţionare a elementelor Ag-Zn depinde de construcţia lor. Elementele de construcţie normală au o durată de funcţionare de circa 120 cicluri, iar cele utilizate la descărcări de şoc, de circa 40 cicluri.

7.3. Domenii de utilizare. Alegerea acumulatoarelor alcaline

Calităţile mecanice deosebite, durata lungă de funcţionare şi rezistenţa mare la uzură, fac ca folosirea acumulatoarelor Ni-Fe şi Ni-Cd să fie tot mai răspîndită. Principalele domenii de utilizare se pot grupa şi aici în : baterii pentru radio, pentru telecomunicaţii, pentru autovehicule şi tracţiune. Folosirea lor ca baterii staţionare, pe lîngă centrale, uzine etc. se limitează la tensiuni şi capacităţi mici şi mijlocii. Bateriile staţionare mari sînt aproape totdeauna cu plăci de plumb.

Caracteristicile generale sînt gabaritul, greutatea şi caracteristicile electrice, capacitatea, regimurile de descărcare şi încărcare, tensiunea minimă. În continuare vor fi descrise caracteristicile unor tipuri de acumulatoare Ni-Fe şi Ni-Cd fabricate în U.R.S.S.

Acumulatoarele alcaline pentru tracţiune Ni-Fe (tip TJN), folosite pe macarale, electrocare, locomotive de mină, conform GOST 6872-54 au dimensiunile din tabela 34. Caracteristicile electrice sînt date în tabela 35.

Tabela 34

Dimensiunile şi greutatea elementelor alcaline Ni-Fe, tip TJN
(GOST 6872-54)

Tipul elementului	Lăţimea, mm		Lungimea, mm		Înălţimea, în mm				Greutatea, în kg	
					fără borne		cu borne		fără electrolit	cu electrolit
	nominal	toleranţe	nominal	toleranţe	nominal	toleranţe	nominal	toleranţe		
TJN240	124	+8	162	+4,5	329,5	±3	363	±5	14,5	18
TJN300	124	+8	162	+4,5	411	±3	446	±5	16	20
TJN350	147	+8	162	+4,5	491	±3	526	±5	21	27
TJN500	147	+8	162	+4,5	521	±3	556	±5	23	30

Tabela 35

Caracteristicile electrice ale elementelor alcaline Ni-Fe, tip TJN

Tipul elementului	Capacitatea nominală, Ah	Încărcarea în regim de 6 h (normală)		Descărcarea în regim de 5 h (normală)		Descărcarea în regim de 8 h (normală)		Descărcarea în regim de 1 h	
		A	Ah	A	Tensiunea finală, V	A	Tensiunea finală, V	A	Tensiunea finală, V
TJN250	250	62,5	375	50	1	—	—	—	—
TJN300	300	75	450	60	1	—	—	300	0,5
TJN350	350	90	540	70	1	—	—	350	0,5
TJN500	500	125	750	—	—	62,5	1	—	—

Încărcarea şi descărcarea acumulatoarelor tip TJN pentru tratarea stărilor anormale, în timpul funcţionării se face cu curenţi de valoare diferită şi în numărul de ore specificate în tabela 36.

Tabela 36

Încărcarea elementelor alcaline Ni-Fe, tip TJN

Tipul elementului	Încărcare periodică				Încărcare obişnuită				Încărcare de control			
	Încărcare		Descărcare		Încărcare		Descărcare		Încărcare		Descărcare	
	A	h	A	h	A	h	A	h	A	h	A	Tensiunea finală, V
TJN250	62,5	12	50	5	62,5	6	50	5	62,5	6	50	1
TJN300	75	12	60	5	75	6	60	5	75	6	60	1
TJN350	90	12	70	5	90	6	70	5	90	6	70	1
TJN500	125	12	100	5	125	6	100	5	125	6	62,5	1

Vasele elementelor din această categorie sînt îmbrăcate în ebonită.

Acumulatoarele alcaline Ni-Fe (tip JN), de capacităţi mijlocii conform GOST 5491-50, pentru radio, telecomunicaţii şi

alte utilizări au dimensiunile şi caracteristicile din tabelele 37 şi 38. Vasele au doi pereţi cu porţiuni ondulate pentru mărirea rezistenţei mecanice, iar pe ceilalţi doi pereţi sînt fixate în exterior piese de distanţă.

Tabela 37

Dimensiunile şi greutatea elementelor alcaline Ni-Fe, tip JN
(GOST 5491-50)

Tipul elementului	Lăţimea, mm	Lungimea, în mm		Înălţimea, în mm		Greutatea, în kg	
		fără piese de distanţă	cu piese de distanţă	fără borne	cu borne	fără electrolit	cu electrolit
JN22	32±2	105±2	125±2	200±2	213±2	1,41	1,73
JN45	53±2	105±2	125±2	200±2	213±2	2,31	2,85
JN60	45±2	128±2	152±2	330±2	349±2	3,88	4,78
JN100	70±2	128±2	152±2	330±2	349±2	5,40	6,80

Tabela 38

Caracteristicile electrice ale elementelor alcaline Ni-Fe, tip JN

Tipul elementului	Capacitatea nominală, în Ah	Încărcare în regim de 6 h (normală)		Descărcarea în regim de 8 h (normală)		Descărcarea în regim de 1 h	
		A	Ah	A	Tensiunea finală, V	A	Tensiunea finală, V
JN22	22	5,5	53	2,75	1	22	0,5
JN45	45	11,25	67,5	5,65	1	45	0,5
JN60	60	15	90	7,5	1	60	0,5
JN100	100	25	150	12,5	1	100	0,5

Acumulatoarele alcaline Ni-Cd (tip AKN şi NKN), cu capacităţi mici conform GOST 3895-47 pentru aceleaşi utilizări ca şi precedentele, au dimensiunile şi caracteristicile din tabelele 39 şi 40.

Comparaţie între acumulatoarele cu plăci de plumb şi cele alcaline. Din confruntarea calităţilor lor, rezultă că tensiunea

Tabela 39

Dimensiunile şi greutatea elementelor alcaline Cd-Ni, tip AKN şi NKN (GOST 3895-47)

Tipul elementului	Lăţimea, mm	Lungimea, în mm		Înălţimea, în mm		Greutatea, în kg	
		fără piese de distanţă	cu piese de distanţă	fără borne	cu borne	fără electrolit	cu electrolit
AKN2,25	20	45	65	120	132	0,28	0,33
NKN10	31	80	100	110	123	0,60	0,74
NKN22	32	105	125	200	213	1,35	1,67
NKN45	53	105	125	200	213	2,18	2,72
NKN60	45	128	152	330	349	3,70	4,60
NKN100	70	128	152	330	349	5,10	6,50

Tabela 40

Caracteristicile electrice ale elementelor alcaline Cd-Ni, tip AKN şi NKN

Tipul elementului	Capacitatea nominală,	Încărcarea în regim de 6 h (normală)		Descărcarea în regim de 8 h (normală)		Descărcarea în regim de 1 h	
	Ah	A	Ah	A	Tensiunea finală, V	A	Tensiunea finală, V
AKN2,25	2,25	0,56	3,36	0,28	1	2,25	0,5
NKN10	10	2,5	15	1,25	1	10	0,5
NKN22	22	5,5	33	2,75	1	22	0,5
NKN45	45	11,25	67,5	5,65	1	45	0,5
NKN60	60	15	90	7,5	1	60	0,5
NKN100	100	25	150	12,5	1	100	0,5

acumulatorului PbO_2-Pb este mai mare, fiind de circa 2 V, faţă de cea a acumulatoarelor alcaline, care este de circa 1,2 V. La primele, variaţia tensiunii este mai mică decît la acumulatoarele Ni-Fe şi Ni-Cd. Pentru o baterie la o anumită tensiune, numărul de elemente alcaline este astfel mai mare.

La folosirea în tampon, acumulatorul alcalin prezintă dificultăţi, datorită diferenţei mari dintre tensiunea finală de descărcare şi tensiunea de încărcare.

Costul acumulatoarelor alcaline Ni-Fe şi Ni-Cd este mai mare, randamentul mai mic, iar rezistenţa interioară mai mare decît la acumulatorul PbO_2-Pb.

Funcţionarea acumulatorului PbO_2-Pb la temperaturi joase este mai sigură.

Capacitatea acumulatorului alcalin depinde în măsură mult mai redusă de valoarea curentului de descărcare decît la acumulatorul PbO_2-Pb.

Controlul descărcării şi încărcării se poate efectua mai bine la acumulatoarele PbO_2-Pb, prin măsurarea greutăţii specifice a electrolitului. La acumulatoarele Ni-Fe şi Ni-Cd trebuie înregistrată obligator cantitatea de electricitate primită şi cedată.

Durata de funcţionare, ca şi rezistenţa la şocuri electrice la încărcare şi descărcare a acumulatoarelor Ni-Fe şi Ni-Cd, este mult mai mare decît la cele cu plăci de plumb.

În tabela 41 se face comparaţie între greutate şi volumul acumulatoarelor Ni-Cd şi PbO_2-Pb, iar în tabela 42 — între caracteristicile electrice ale acumulatoarelor Ni-Cd, Ni-Fe şi PbO_2-Pb.

Tabela 41

Comparaţie între capacităţile specifice ale acumulatoarelor în greutate şi în volum

Tipul acumulatorului	Capacitatea specifică	
	Wh/kg	Wh/dm³
Cu plăci de plumb pozitive de mare suprafaţă şi plăci negative sac . .	10	30
Idem, cu plăci pozitive în tuburi şi plăci negative cu grătar, pastate . .	17	50
Idem, cu plăci pastate, subţiri	25	71
Alcaline Ni-Cd	25	67

Tabela 42

Comparaţie între caracteristicile acumulatoarelor de capacităţi apropiate

Tipul acumulatorului	Capacitatea		Tensiunea medie la descărcare, V	Curentul la descărcare, A	Greutatea, kg	Capacitatea specifică, Wh/kg
	A	Wh				
Ni-Fe	245	294	1,2	46	9,4	31,2
Ni-Cd	250	305	1,22	31,2	12,2	25
Pb cu plăci pastate groase	250	490	1,96	50	22,2	22,2
Pb cu plăci de tracţiune pozitive de mare suprafaţă şi negative sac . .	146	269	1,84	146	22,2	12,1

Acumulatorul PbO_2-Pb necesită investiţii mai mici pentru instalare şi poate fi reparat fără mijloace speciale.

Notînd, de exemplu, cu 100 costul de înmagazinare a unei wattore la un acumulator cu plăci de plumb pastate, acest cost este de 166 pentru un acumulator cu plăci tubulare, de 183 la plăcile de mare suprafaţă şi de 400 la acumulatorul Ni-Cd.

Trebuie amintit că din deşeurile şi rebuturile de fabricare, ca şi din piesele de plumb ale acumulatoarelor PbO_2-Pb degradate se recuperează cu uşurinţă mult plumb metalic.

Alegerea acumulatorului. Pentru capacităţi mari şi foarte mari au fost alese totdeauna acumulatoarele PbO_2-Pb. În ultimul timp se construiesc în scopuri speciale şi baterii mari şi foarte mari Ag-Zn.

Dacă la descărcare trebuie ca tensiunea să varieze foarte puţin se alege acumulatorul Ag-Zn sau PbO_2-Pb. În ce priveşte utilizarea acumulatoarelor pentru debitarea curenţilor de şoc la tensiuni mai puţin variabile, acumulatoarele Ag-Zn şi PbO_2-Pb cu plăci pastate subţiri sînt preferate.

Fig. 97. Lampă de mînă cu acumulator alcalin Ni-Fe sau Ni-Cd.

Acumulatoarele alcaline se impun prin robusteţea lor, siguranţa în funcţionare şi autodescărcare mai mică. De aceea ele se utilizează în instalaţiile în care solicitările mecanice şi electrice sînt mari şi variate, cu pauze lungi şi neregulate.

În continuare se va arăta cum se face alegerea acumulatoarelor alcaline Ni-Fe şi Ni-Cd în funcţie de instalaţia şi scopul în care sînt utilizate. Trebuie să se acorde o mare atenţie problemei alegerii juste a acumulatoarelor, întrucît de aceasta depinde funcţionarea lor în condiţii optime în exploatare şi deci durata lor de funcţionare.

În cazul în care degajarea de gaze este nedorită în exploatare, de exemplu la bateriile folosite în mine şi cînd temperaturile de funcţionare sînt joase se alege tipul Ni-Cd. În fig. 97 este arătată o lampă de mînă alimentată de un acumulator alcalin Ni-Cd. Spre deosebire de acumulatorul Ni-Fe, acumulatorul Ni-Cd se încarcă

mai bine în regim de încărcare permanentă la tensiune mică ; acumulatoarele cu plăci de plumb pot fi înlocuite cu acumulatoarele Ni-Cd.

Elementele Ag-Zn, datorită proprietăţii lor de a menţine constantă tensiunea în descărcare, au căpătat utilizări în laboratoare de cercetări, în metrologie, în medicină la electrocardiografie etc. Totodată, faptul că ele pot fi fabricate pentru curenţi de descărcare foarte mari, cu un volum şi o greutate relativ reduse, le face utilizabile ca baterii pentru aparatele mobile de sudură electrică, pentru aparatele de radio, pentru instantanee fotografice, cum şi în aviaţie şi marină.

CAPITOLUL 8

EXPLOATAREA ACUMULATOARELOR ALCALINE

Considerațiile făcute în legătură cu exploatarea acumulatoarelor cu plăci de plumb sînt valabile și în acest caz. Organizarea exploatării, aparatele de măsurat și dispozitivele utilizate sînt aceleași.

8.1. Încărcarea și descărcarea acumulatoarelor alcaline

Livrarea acumulatoarelor se face în stări diferite și anume: acumulatorul poate fi încărcat și umplut cu electrolit, încărcat, dar fără electrolit și descărcat fără electrolit. Sînt utilizate în încărcare-descărcare, tampon sau încărcare permanentă.

Egalizarea, tratamentul și încercările se fac ca și la celelalte acumulatoare în mod periodic. Încărcarea acumulatoarelor se face după cele două metode: cu curent constant și cu tensiune constantă.

Valoarea curentului ca și polaritatea se stabilesc la fel ca la acumulatoarele cu plăci de plumb.

Punerea în funcțiune a bateriilor Ni-Fe și Ni-Cd, livrate în stare încărcate și umplute cu electrolit se face prin încărcarea cu un curent de valoare prescrisă de fabrica constructoare, de obicei 0,2 C5 în timp de cinci ore.

În cazul livrării în stare încărcată dar fără electrolit, adică atunci cînd intervalul de timp între fabricarea și punerea în funcțiune a bateriei este de 30—40 zile, se procedează la umplerea elementelor. În general, soluția de potasă caustică necesară se livrează de fabrică o dată cu elementele. După 24 h se pune la încărcare în condițiile prevăzute în instrucțiunile fabricii producătoare.

Pentru livrările la distanțe mari și în cazul unui repaus mai mare de 40 zile, elementele se mențin descărcate și fără electrolit. Ele pot rămîne în această stare maxim șase luni. Pentru umplere se folosesc căni, pîlnii de sticlă curate și dispozitive speciale de reglare automată a nivelului electrolitului (fig. 98). Elementele se lasă 24 ore pentru ca plăcile să se îmbibe bine cu electrolit și se încarcă 15 ore cu curentul prescris. Se descarcă apoi, de obicei pe o durată de cinci ore în condițiile arătate de instrucțiunile fabricii. Urmează a doua încărcare în șapte ore cu curentul nominal și a doua descărcare. Cînd numărul de amperi-ore obținute la a doua descărcare nu corespunde capacității totale a elementului, se repetă seria de încărcări și descărcări arătate. După aceea se continuă încărcarea în 7 h și descărcarea în 5 h. Acest ultim ciclu este repetat de două și chiar trei ori pînă la dobîndirea capacității prescrise.

Fig. 98. Umplerea elementelor alcaline cu un dispozitiv de reglare automată a nivelului electrolitului.

Punerea în funcțiune a elementului Ag-Zn constă în simpla umplere cu electrolitul prescris și lăsarea în repaus mai multe ore. Elementele se livrează în stare încărcată, fără electrolit. Electrolitul se livrează o dată cu bateria.

În exploatare, elementele Ni-Fe și Ni-Cd sînt încărcate și descărcate cu curenți de diferite valori, în funcție de necesitățile concrete. Din acest punct de vedere se vor analiza în cele ce urmează mai multe cazuri particulare.

Încărcarea cu curent constant în 7 h a fost definită ca normală. Aceasta însă nu înseamnă că încărcarea nu poate fi făcută și cu curenți de altă valoare, în funcție de condițiile din exploatare. În acest caz, se recomandă încărcarea în 14 h deoarece se evită creșterea temperaturii, consumul de apă din electrolit este mic, iar tensiunea de încărcare este de asemenea mică.

Elementele Ni-Cd pot fi încărcate şi cu curenţi mai mici. La elementele Ni-Fe, însă, valoarea curentului nu trebuie să fie sub o treime din valoarea normală, corespunzătoare încărcării în 7 h. La aceste elemente încărcarea nu trebuie să dureze mai mult de 20 h.

Dacă descărcarea a fost efectuată cu curenţi mici, la încărcarea următoare a elementelor Ni-Fe curentul trebuie să fie cu 25% mai mare decît media curenţilor de descărcare. Perioada de încărcare trebuie să fie suficient de mare pentru a asigura elementului numărul de amperi-oră descărcate plus 40% pentru acoperirea pierderilor. La curenţi de valori mici elementul Ni-Fe nu se încarcă suficient decît după descărcări lente. După o încărcare completă cu curent mic, la descărcarea în cinci ore elementul nu are capacitatea nominală. De aceea, bateriile cu elemente Ni-Fe sînt supuse periodic încărcărilor de egalizare.

Încărcările cu curenţi mari sînt admise dacă temperatura electrolitului nu depăşeşte valoarea limită. Acestea nu sînt recomandate în perioada finală de încărcare.

Bateriile cu elemente Ni-Cd redobîndesc capacitatea normală chiar după încărcări cu curent mic, dacă numărul de amper-ore cu care a fost alimentată bateria întrece cu 40% numărul de amper-ore debitate de ea la descărcarea precedentă.

Încărcarea se poate face şi în 5 h, cu curent constant, în trepte : 2 h cu un curent egal de două ori curentul normal, 1,5 h cu un curent egal cu 1,33 *I* normal şi 1,5 h cu 0,66 *I* normal.

În timpul repausului se pot face încărcări parţiale cu curenţi foarte mari. Aceste încărcări sînt necesare atunci cînd bateria se foloseşte pe o durată mai lungă.

Încărcarea parţială poate fi efectuată astfel :

5 min cu 5 *I* normal ; 30 min cu 3 *I* normal ;
10 min cu 4 *I* normal ; 60 min cu 2 *I* normal.

Încărcarea parţială nu poate înlocui încărcările normale.

La încărcarea cu curent constant, tensiunea necesară sursei de alimentare este de 1,6—1,85 V pe fiecare element Ni-Fe şi de 1,4—1,85 V, pe fiecare element Ni-Cd, la încărcarea normală.

La încărcarea cu tensiune constantă, pentru încărcarea normală este necesar ca tensiunea de alimentare a sursei să fie menţinută constant la 1,75 V pe element. Variaţia curentului de încărcare a elementelor Ni-Fe diferă mult de cea a elementelor Ni-Cd (fig. 99).

Tensiunea sursei de alimentare este necesar să fie reglată în limitele de la 1,35 pînă la 1,85 V pe element, la elementele Ni-Cd şi 1,6—1,85 V pe element la cele Ni-Fe.

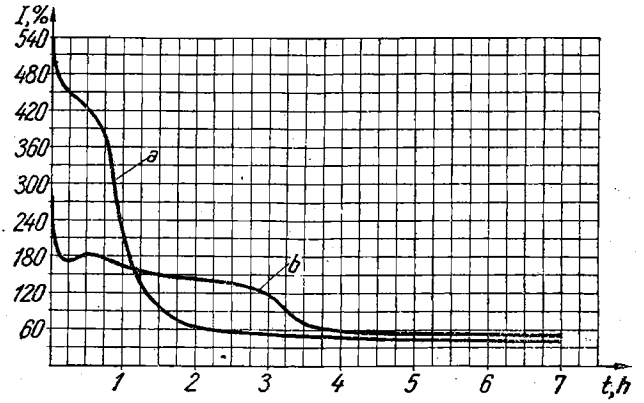


Fig. 99. Variaţia curentului de încărcare cu tensiune constantă la acumulatoarele Ni-Cd (*a*) şi Ni-Fe (*b*), curentul de încărcare este exprimat în procente din curentul de descărcare în 5 h.

Se consideră că încărcarea este terminată atunci cînd sub un curent constant de încărcare normală, tensiunea bateriei nu mai creşte timp de minimum 30 min.

Tensiunea cea mai mare la încărcarea normală depinde de temperatura şi puritatea electrolitului. Ea poate ajunge la elementele Ni-Fe pînă la 1,84 V pe element şi 1,82 V pe element la Ni-Cd cu plăcile pozitive în tuburi. La elementul Ni-Cd cu plăcile în casete, tensiunea poate fi de 1,73—1,75 V pe element.

Temperatura maximă a electrolitului, măsurată la elementele care cedează căldura mai greu (din mijlocul bateriei) este indicată de fabrica constructoare pentru fiecare tip de acumulator în parte. În general nu se depăşeşte 45 °C, dar se poate tolera pentru o durată scurtă o temperatură de 55 °C. La elementele în casete se recomandă o temperatură de 35 °C.

Trebuie evitată încărcarea unei baterii mult solicitate, imediat după sosirea din exploatare, dacă temperatura ei este ridicată.

În cazul cînd temperatura elementului este ridicată, încărcarea cu pauze este singura soluţie. Pauzele pot fi de cîteva ore.

Funcționarea la temperatură ridicată, peste valorile indicate, conduce la eforturi mai mari pentru întreținerea elementului, electrolitul trebuie completat mai des cu apă distilată și schimbat mai des, deoarece la o temperatură mare electrolitul se impurifică mai mult.

Drept indice că încărcarea trebuie oprită pentru a da răgaz bateriei să se răcească servește apariția spumei la suprafața electrolitului.

Depășirea repetată a temperaturii recomandate, în special la încărcare, poate conduce la micșorarea continuă a capacității elementului și la degradarea plăcilor.

Urmărirea încărcării unei baterii nu se poate face după tensiune, decît în urma experimentării unei baterii, folosită în condiții care se schimbă foarte puțin și care sînt bine cunoscute.

Dirijarea operației de încărcare cel mai bine se face prin înregistrarea amper-orelor pe care le primește bateria.

Greutatea specifică a electrolitului unui element încărcat este cuprinsă între 1,18 și 1,20 g/cm³, la temperatura de 20 °C. Ea corespunde unei concentrații de 19—21% hidrat de potasiu la fiecare kilogram de electrolit.

După încărcare, greutatea specifică poate fi de 1,19 g/cm³, iar după descărcare de 1,21 g/cm³. Variația greutății specifice fiind prea mică, nu permite aprecierea stării de încărcare a elementelor.

Trebuie urmărit ca greutatea specifică a electrolitului să nu depășească 1,20 g/cm³ pe elementul încărcat, pentru a preîntîmpina degradarea plăcilor. O concentrație prea mică, pe de altă parte, influențează tensiunea și de asemenea, trebuie evitată.

Nivelul electrolitului în vas are mare însemnătate, deoarece variația concentrației condiționează funcționarea elementului. Acest nivel este prescris de fabrica furnizoare și diferă în funcție de construcția bateriei.

Elementele alcaline degajă gaze în tot timpul încărcării. Zgomotul făcut de gazele de hidrogen și de oxigen ieșite prin gaura dopului sînt un semn prețios că încărcarea se produce efectiv. Lipsa gazelor este un indiciu de rea funcționare.

Supraîncărcarea nu deteriorează bateria, dacă temperatura electrolitului nu depășește valoarea de 45 °C. Instrucțiunile fabricii furnizoare arată, după tipul bateriei, dacă o supraîncăr-

care este folositoare sau nu produce decît electroliza apei din electrolit. Supraîncărcarea trebuie evitată pe cît posibil, dacă ea nu este indicată de fabrică.

Efectul util al supraîncărcării se observă la elementele la care capacitatea plăcilor pozitive este mai mică decît a celor negative, adică atunci cînd capacitatea plăcilor pozitive este hotărîtoare. În acest caz o supraîncărcare măreşte capacitatea acumulatorului.

Descărcarea poate fi continuată pînă la anularea tensiunii, deoarece nu există primejdia degradării acumulatorului. Este bine însă ca ea să fie oprită cînd tensiunea ajunge la valoarea recomandată de fabrica furnizoare. Descărcările prelungite trebuie să fie urmate de încărcări corespunzătoare.

Temperatura electrolitului are o mare însemnătate. Temperatura limită de 45 °C nu trebuie depăşită. Se va ţine seama că descărcarea la o temperatură ridicată este mai puţin dăunătoare decît încărcarea la aceeaşi temperatură.

Descărcările cu curenţi mari, de lungă durată şi repetate pot periclita funcţionarea acumulatorului. În cazul solicitărilor continue se recomandă descărcarea în 5 h. Acumulatorul poate debita totuşi continuu curenţi foarte mari, cu condiţia ca temperatura electrolitului să nu depăşească în nici un moment limita de 45 °C.

Se consideră că acumulatorul este descărcat normal dacă la curentul corespunzător descărcării în 5 h, tensiunea la borne este de 1,1 V pe element, în cazul elementelor Ni-Fe şi de 0,95 V, în cazul celor Ni-Cd. Valoarea tensiunii finale de descărcare este indicată de fabrica constructoare. În mod obişnuit ea nu este mai mică de 0,5 V.

Descărcarea, ca şi încărcarea, este bine să fie urmărite pe calea înregistrării amper-orelor primite, respectiv debitate.

Utilizarea acumulatorului Ag-Zn este legată de construcţia elementului, mai mult decît la celelalte elemente alcaline. Sînt elemente obişnuite care debitează un curent normal de 0,1 C_{10} timp de 10 h, altele pot debita curenţi de 5 C_{10} şi chiar de 10 C_{10} pe timp de cîteva secunde, dacă nu se depăşeşte temperatura limită de 45 °C.

Tensiunea elementelor de diferite construcţii diferă de la element la element: 1,5, 1,4, 1,3 V pe element la descărcări normale.

Acumulatorul Ag-Zn nu admite supraîncărcarea şi ea trebuie evitată obligator.

Tensiunea finală de încărcare, în funcție de construcția elementului este cuprinsă între 2,15 și 2,05 V.

Degajarea de gaze este ușoară, mai puțin pronunțată în timpul încărcării normale și se mărește la începerea supraîncărcării.

Pentru ca elementul să se încarce complet durata încărcării trebuie să fie de minim 15 h.

Egalizare, tratamente, încercări. Bateriile de acumulatoare alcaline sînt supuse în mod periodic unei încărcări de egalizare cu curent normal, timp de 12 h. Eventual se face și o descărcare controlată.

Egalizările sînt necesare după o serie de încărcări parțiale, rapide și după funcționări neregulate.

Încercările de capacitate arată starea bateriei și sînt efectuate destul de rar, în majoritatea cazurilor, concomitent cu operațiile de egalizare.

Starea plăcilor se constată prin măsurarea potențialului plăcilor pozitive, aparte de cele negative, cu ajutorul unui electrod auxiliar. Se utilizează un electrod auxiliar de calomel sau un tub de placă pozitivă Ni-Fe sau Ni-Cd, izolat într-un tub de ebonită perforat.

În condiții normale de funcționare, potențialul plăcilor pozitive scade continuu la descărcare. Potențialul plăcilor negative scade puțin la începutul descărcării, iar apoi se menține aproape constant în tot timpul descărcării.

Tratamentele sînt impuse de starea necorespunzătoare a acumulatorului în ceea ce privește inversarea polarității, funcționarea neomogenă a elementelor bateriei. Această stare se datorește condițiilor în care funcționează acumulatorul, cum și vechimii de serviciu a acestuia. Prin tratamente se înțelege eliminarea cauzelor care au provocat o stare necorespunzătoare a bateriei, cum și supunerea acesteia unei încărcări și descărcări. Schimbarea electrolitului preîntîmpină multe neajunsuri care ar putea fi create în timpul funcționării bateriei.

Elementele Ag-Zn ale unei baterii pot fi dezechilibrate dacă se face încărcarea cu o tensiune prea mică. În momentul variației brusce a tensiunii elementului, ceea ce este caracteristic în timpul încărcării, unele elemente rămase în urmă mai departe nu vor primi o încărcare normală și din această cauză se accentuează și mai mult rămînerea lor în urmă. Această situație impune un tratament de egalizare.

Inversarea polarității apare din cauze identice în timpul descărcării mult prelungite. Elementele care au primit un curent invers de scurtă durată pot fi readuse la normal prin încărcări cu polaritate corectă. Dacă inversarea nu a fost observată imediat, elementul este complet scos din uz.

În cazul acumulatoarelor alcaline respectarea instrucțiunilor fabricii producătoare este mai importantă decît la orice alt acumulator.

8.2. Întreținerea și revizia acumulatoarelor alcaline

Întreținerea acumulatoarelor alcaline se face la fel de îngrijit ca și la cele cu plăci de plumb.

În continuare, se vor descrie operațiile de întreținere efectuate la acumulatoare în cursul exploatării lor, pînă la intrarea în reparație sau la înlocuirea definitivă.

Nivelul electrolitului. Este indicat de fabrica furnizoare, depinde de construcția elementului și se măsoară de la marginea de sus a plăcilor (nu a separatoarelor dintre ele) în milimetri. Instrucțiunile bateriilor prevăd 15 ; 50 sau 65 mm.

Măsurarea se face cu un tub gradat care se introduce în element prin gaura dopului iar apoi se astupă cu un deget capătul din afara elementului (v. fig. 64). Tubul trebuie să fie curat și să aibă un diametru corespunzător.

Nivelul nu trebuie să fie în nici un caz mai mare decît cel indicat, deoarece în cazul înclinării elementului și la încărcare va permite împrăștierea electrolitului. Acesta la rîndul său va produce deteriorări în jurul elementelor, micșorîndu-le rezistența de izolare. Nivelul sub marginea de sus a plăcilor trebuie strict evitat, deoarece porțiunea de placă rămasă în afara electrolitului se deteriorează.

Concentrația electrolitului trebuie menținută cu grijă. Pentru completarea electrolitului se adaugă apă distilată. Pentru corectarea electrolitului, cînd greutatea specifică depășește 1,20 g/cm^3 se înlocuiește o parte a electrolitului cu apă distilată. Depășirea greutății specifice poate proveni din folosirea soluției de potasă caustică în loc de apă, la completările anterioare de electrolit.

Electrolitul vărsat, sau cu concentrația scăzută din motive cunoscute, se poate completa cu soluție de potasă caustică furnizată sau recomandată de fabrica furnizoare.

Vasele în care se prepară şi se păstrează soluţia şi dopurile nu trebuie să fie din materiale pe care acţiunea chimică a potasei caustice le atacă. În depozite, soluţia se păstrează în butoaie de oţel, curate. Soluţia de potasă caustică în contact cu aerul, se uneşte cu bioxidul de carbon din acesta, transformîndu-se parţial în carbonat de potasiu, soluţie deosebit de periculoasă pentru funcţionarea acumulatorului.

Electrolitul se completează destul de frecvent în cazul în care bateria este solicitată prea mult, din cauza creşterii temperaturii şi a încărcărilor producătoare de gaze. În general electrolitul se completează după 3—4 încărcări şi descărcări succesive. Vasele elementelor, aşa cum s-a arătat, au uneori un volum mai mare decît cel necesar, în scopul măririi intervalului dintre completările cu apă distilată.

În mod obligatoriu se va completa electrolitul cu apă distilată cînd nivelul său se găseşte la 3—5 mm deasupra marginii de sus a plăcilor.

Înlocuirea electrolitului se face periodic în urma analizelor de laborator prin care se determină puritatea electrolitului şi se compară cu cea prescrisă. Perioada obişnuită de înlocuire este de 24—36 luni la plăcile în tuburi şi 18—24 luni la plăcile în casete.

Dacă electrolitul are impurităţi în cantităţi mari, înlocuirea lui se face numai după ce elementul a fost spălat bine cu apă distilată.

După spălarea elementului se întrebuinţează o soluţie de concentraţie mai mare, care revine la valoarea normală prin diluarea cu apa distilată rămasă în vas după vărsarea prin răsturnare a elementului.

Întreţinerea elementelor este o sarcină permanentă a personalului din exploatare.

Scurgerea electrolitului între elemente cînd nivelul acestuia este prea mare, produce micşorarea izolamentului bateriei şi chiar acţiuni electrolitice dăunătoare. Pe capac se depun cristale de potasă caustică.

Curăţirea se face cu o pensulă de păr şi cu cîrpe. Pensula nu trebuie să aibă inele metalice care ar putea scurtcircuita elementele.

După uscarea completă se acoperă suprafaţa exterioară a elementului cu un strat subţire de vaselină, fără acizi, amestecată cu patru părţi de benzină. Se vor feri garniturile de cauciuc şi piesele izolate.

Dopurile trebuie periodic scoase şi spălate cu apă caldă. Se va avea grijă ca orificiul de comunicare cu exteriorul să fie liber, eventual se va curăţa cu un ac.

Conexiunile elementelor şi ale bateriei se întreţin şi ele la fel, prin demontare, curăţire şi montarea la loc după ce au fost unse cu un strat foarte subţire de vaselină.

Pentru scoaterea din baterie a elementelor care trebuie înlocuite se folosesc mijloace asemănătoare celor descrise la acumulatoarele cu plăci de plumb.

Capacele dopurilor trebuie să închidă etanş orificiul. La încărcare se deschid numai ventilele de aerisire.

Trebuie evitată aşezarea sculelor şi a altor obiecte metalice pe capacele elementelor sau în contact cu vasele lor, deoarece acestea produc scurtcircuite.

Trebuie să se evite pe cît posibil impurificarea acumulatoarelor alcaline şi mai ales aşezarea lor în apropierea acumulatoarelor cu plăci de plumb. Folosirea balonului în care a fost acid sulfuric, pentru apă distilată la acumulatoarele alcaline poate duce la scoaterea din funcţiune a acestora. Gazele degajate de acumulatoarele cu plăci de plumb sînt tot atît de vătămătoare pentru acumulatoarele alcaline.

Revizia acumulatoarelor alcaline trebuie făcută în condiţiile descrise la acumulatorul cu plăci de plumb cu ocazia egalizărilor şi a tratamentelor. Se măsoară izolamentul elementelor şi al bateriei. Se cercetează amănunţit starea exterioară a acumulatoarelor.

8.3. **Deranjamentele şi avariile acumulatoarelor alcaline**

Consideraţiile făcute la acumulatorul cu plăci de plumb se aplică şi aici. Deranjamentele trebuie observate şi eliminate înainte de a lua proporţii.

Dereglările elementelor, deranjamentele şi apoi avariile sînt uneori cauzele unor mici neglijenţe în întreţinere sau a unor abateri de la prescripţiile privind utilizarea bateriei.

În continuare, se vor descrie simptomele celor mai frecvente deranjamente, cu cauzele care le-au provocat şi acţiunile ce urmează a fi întreprinse pentru eliminarea lor.

Electrolitul iese din vas. Nivelul său este prea ridicat sau încărcarea se face cu un curent prea mare.

Se corectează nivelul, se micşorează curentul de încărcare.

Concentraţia electrolitului este prea mare. Completarea electrolitului a fost făcută cu soluţie de potasă caustică în loc de apă distilată.

Se corectează concentraţia prin scoaterea unei cantităţi de electrolit şi înlocuirea lui cu apă distilată. Se încarcă elementul pentru omogenizarea concentraţiei.

O concentraţie exagerată provoacă deteriorarea plăcilor.

Concentraţia electrolitului este prea mică. Elementul a fost încărcat exagerat de mult sau din cauza nivelului prea ridicat, electrolitul a ieşit din element şi a fost completat cu o cantitate prea mare de apă distilată.

Se va observa elementul în timpul încărcării. Se corectează concentraţia, adăugîndu-se eventual o soluţie de 1,24 g/cm^3 şi se corectează nivelul electrolitului. O concentraţie prea mică are o influenţă nefavorabilă asupra capacităţii acumulatorului.

Temperatura electrolitului este prea mare. Elementul este solicitat în mod exagerat la descărcare; se încarcă prea mult sau cu un curent prea mare. Încălzirea excesivă este uneori provocată de impurităţile din electrolit dobîndite prin contactul cu aerul, datorită dopurilor defecte sau lăsate deschise. Temperatura creşte şi datorită faptului că electrolitul nu a fost schimbat de multă vreme iar apa distilată folosită la refacerea nivelului electrolitului nu a fost curată. Încărcarea şi descărcarea trebuie controlate şi puse în concordanţă. Se îndepărtează cauzele care au provocat solicitarea şi se micşorează curentul de încărcare. În timpul încărcării şi descărcării se vor face pauze, care permit răcirea bateriei. Dacă aceste pauze nu sînt posibile se va aduce o baterie de schimb. Se înlocuiesc legăturile defecte şi se verifică conexiunile dintre elemente.

O încălzire neobişnuită a bateriei poate fi cauzată şi de pierderile sporite în conexiunile defecte, rupte sau slăbite, care se încălzesc mai mult decît normal.

Electrolitul are o culoare roşiatică. Apa distilată a conţinut acid sulfuric.

Se înlocuieşte imediat electrolitul. În cazul în care nu este la dispoziţie soluţie de schimb, se spală elementul cu apă distilată, apoi se umple cu apă distilată curată şi se lasă în repaus pînă cînd se aduce soluţia de potasă caustică.

Electrolitul poate avea o culoare negricioasă din cauza materiei active. Nu este un deranjament.

Capacul elementului şi conexiunile sînt de culoare ruginie şi au suprafeţele atacate. Corectarea nivelului electrolitului s-a făcut cu acid sulfuric (de cele mai multe ori). Acţiunea acidului sulfuric este îndreptată în primul rînd asupra materiei active. După scurtă vreme, acumulatorul este avariat. Dacă pentru umplerea completă a elementului s-a folosit acid sulfuric, avaria are loc în următoarele 5—6 h, acumulatorul fiind complet degradat, fără posibilităţi de remediere.

Tensiunea la încărcare este prea mare. Rezistenţa conexiunilor elementelor este anormală, contactele sînt imperfecte: deşurubate, rupte, murdărite. Aceste locuri de obicei se încălzesc.

O altă cauză este temperatura mult prea scăzută la care funcţionează acumulatorul, sau un curent de încărcare prea mare.

Se măsoară căderea de tensiune în conexiuni. Se curăţă şi se strîng şuruburile.

Tensiunea la descărcare este prea mică. Aceasta se datoreşte de asemenea creşterii rezistenţelor în conexiuni, sau descărcării la o temperatură prea joasă.

Tensiunea la descărcare se micşorează prea repede. Încărcarea este incompletă. Electrolitul impurificat conduce de asemenea la acelaşi efect. Căderea tensiunii este provocată şi de descărcările datorite unor defecte de izolaţie între elemente şi faţă de baterie.

Se vor efectua încărcările corect, după instrucţiuni, în raport cu descărcarea precedentă. Se înlocuieşte electrolitul. Se măsoară rezistenţa de izolament, se identifică locul şi se elimină cauza.

Tensiunea în repaus este nulă, elementul fiind umplut cu electrolit normal. Există un scurtcircuit între plăci şi vas; izolaţia dintre poli şi capac este deteriorată; grupul de plăci a fost mişcat şi din această cauză a fost deteriorată izolaţia dintre plăci. Alte cauze pot fi scurtcircuitul între plăci din cauza corpurilor străine, conducătoare de electricitate, sau a curbării neobişnuite a plăcilor în urma încărcărilor prelungite, cu un curent prea mare, cum şi a folosirii timp îndelungat a unui electrolit de concentraţie prea ridicată.

Tensiunea şi capacitatea elementelor bateriei sînt neuniforme. Pot fi mai multe cauze. Un izolament micşorat permite trecerea de curenţi de scurgere între elemente sau între elemente

şi pămînt şi dezechilibrează starea de încărcare a elementelor bateriei. La instalaţiile unde elementele bateriei formează prize de tensiuni diferite pot surveni descărcări neuniforme.

Se va face o încărcare de egalizare, cu curent normal, timp de 15 h.

Capacitatea bateriei este micşorată. Incărcarea incompletă repetată a elementului duce la micşorarea continuă a capacităţii lui.

Se remediază prin descărcare cu un curent constant normal, pînă cînd tensiunea se anulează, apoi se încarcă timp de 15 h cu un curent constant normal. Se repetă descărcarea pînă la 1 V pe element şi se încarcă normal în 7 h.

Capacitatea scade continuu cu vîrsta acumulatorului.

Altă cauză poate fi impurificarea electrolitului care se remediază aşa cum s-a arătat mai înainte. Temperatura neobişnuit de josă a electrolitului micşorează capacitatea elementului, fără să provoace alte deranjamente mai însemnate. Capacitatea revine la normal cînd temperatura de funcţionare este sub 20 °C. Trebuie menţionat că acest fenomen are efecte diferite la acumulatoarele Ni-Cd şi Ni-Fe. Funcţionarea la o temperatură mereu ridicată micşorează capacitatea şi avariază bateria.

Electrolitul cu o concentraţie mai mare decît cea normală micşorează capacitatea elementelor. Capacitatea elementelor este micşorată şi ca urmare a funcţionării cu nivelul electrolitului sub marginea de sus a plăcilor. Partea rămasă în afara electrolitului devine inactivă, iar după refacerea nivelului îşi pierde capacitatea.

Spuma persistentă apărută la suprafaţa electrolitului se datoreşte impurificării electrolitului cu grăsimi. După spălarea vasului cu apă distilată se va înlocui electrolitul.

Spuma apare şi din cauza curenţilor prea mari de încărcare şi a temperaturilor ridicate.

Degajarea uşoară de gaze în repaus este posibilă la o temperatură de peste 50 °C, datorită atacării fierului plăcii negative de către electrolit şi formării de hidrogen.

In cazul în care nivelul electrolitului este prea ridicat şi la încărcări cu curenţi mari pe capac se pot forma cristale de potasă caustică.

Se vor curăţa cu pensula, cu puţină apă caldă.

Rugina de pe vasele elementelor se datorește întreținerii necorespunzătoare, acțiunii atmosferii sau a diferitelor substanțe cu care a venit în contact acumulatorul. Se curăță cu smirghel fin, se unge cu pensula. Se menține bateria uscată.

Desprinderea căptușelii vaselor elementelor sau căptușelii cutiei de asamblare se datorește loviturilor sau pătrunderii electrolitului sub ele.

8.4. Repararea și conservarea acumulatoarelor alcaline

Repararea acumulatoarelor alcaline prezintă deosebite greutăți datorită construcției lor închise. Această construcție, foarte robustă, face ca reparațiile să nu fie necesare decît în cazuri foarte rare.

Nu este necesară schimbarea parțială a unora din piesele acumulatorului, în timpul funcționării, deoarece ele se uzează simultan în aceeași măsură. Se repară în general doar bateriile importante, după o uzură abuzivă, sau după accidente ca umplerea cu acid sau deteriorări mecanice.

Reparațiile care se pot executa cu mijloace comune sînt astfel exclusiv exterioare, deoarece pentru demontarea și montarea acumulatoarelor, respectiv pentru desfacerea sudurii capacului și pentru prinderea lui din nou prin sudură sînt necesare utilaje de strictă specialitate. Se amintește că sudurile sînt nichelate înainte de darea în exploatare a acumulatorului.

Conservarea. Scoaterea din exploatare pentru conservare se poate face numai cu elementele în stare de funcțiune, umplute cu electrolit de concentrație normală și la nivelul prescris. Locul de depozitare trebuie să fie uscat, să nu conțină vapori sau praf. Înainte de a fi puse la conservare elementele Ni-Cd sînt încărcate normal, iar elementele Ni-Fe sînt descărcate cu un curent corespunzător descărcării în cinci ore pînă la anularea tensiunii.

Înainte de depozitare, elementele se curăță, se usucă și se ung cu vaselină. În timpul conservării se controlează nivelul electrolitului, adăugîndu-se la nevoie apă distilată. Elementele trebuie să fie bine închise cu dopurile lor.

Elementele Ni-Cd cu plăcile pozitive în casete se recomandă să fie încărcate o dată pe an, dacă este posibil.

Temperatura în timpul conservării trebuie să fie cuprinsă între 10 şi 25 °C.

Scoaterea din starea de conservare şi punerea în funcţiune a acumulatoarelor alcaline se face astfel: concentraţia şi nivelul electrolitului se aduc la valorile prescrise. Elementele Ni-Cd sînt supuse unei descărcări cu curent normal pînă la tensiunea limită normală, prescrisă. După aceea se încarcă timp de 15 h cu curentul normal. Elementele Ni-Fe sînt supuse numai unei încărcări de 15 h cu curent normal.

Conservarea elementelor Ag-Zn, livrate de fabrică încărcate, fără electrolit şi ermetic închise, se poate face nelimitat.

La scoaterea din exploatare a bateriilor pentru conservare trebuie să se ţină seama de durata acestei conservări. Pentru un repaus de o lună elementul se încarcă normal. Pentru luna următoare elementul este descărcat conform regimului de funcţionare şi apoi încărcat.

Conservarea pe o durată mai lungă de cîteva luni, este posibilă după încărcarea normală, completarea electrolitului cu soluţie de potasă caustică şi descărcarea completă. Elementele unei baterii sînt descărcate individual, pentru a se evita inversarea polarităţii elementelor rămase în urmă.

Punerea în funcţiune după conservare se realizează printr-o încărcare normală.

8.5. **Protecţia muncii**

In exploatare, acumulatoarele alcaline prezintă un pericol de intoxicare mai mic decît cele cu plăci de plumb.

Efectul soluţiilor alcaline este însă mai grav decît al soluţiilor de acid sulfuric. În cazul împroşcărilor în ochi, soluţia de potasă caustică tinde să pătrundă în ţesut. Soluţia salină recomandată la împroşcările cu acid sulfuric este bună şi în acest caz.

TABLA DE MATERII

Pag.

Prefața 3
Introducere 5

PARTEA ÎNTÎI

ACUMULATOARE CU PLĂCI DE PLUMB

Cap. 1. **Funcționarea și cunstrucția acumulatoarelor cu plăci de plumb. Domeniile de utilizare** 11

1.1. Principiul de funcționare și părțile componente ale acumulatoarelor cu plăci de plumb 11

1.2. Caracteristicile de funcționare ale acumulatoarelor cu plăci de plumb 25

1.2.1. Forța electromotoare, căderea de tensiune și tensiunea la borne 25

1.2.2. Rezistența electrică interioară 36

1.2.3. Capacitatea 38

1.2.4. Randamentul 44

1.2.5. Durata de funcționare a acumulatoarelor 45

1.3. Modul de utilizare și sortimentele acumulatoarelor. Domeniile de utilizare și criterii de alegere a acumulatoarelor cu plăci de plumb 52

1.3.1. Acumulatoare pentru telecomunicații, laboratoare, aparate medicale, aparate de radio și iluminat de siguranță de putere redusă 55

1.3.2. Acumulatoare pentru autovehicule și avioane . . . 58

1.3.3. Acumulatoare staționare 63

1.3.4. Acumulatoare pentru tracțiune și pentru iluminatul trenurilor 79

Cap. 2. **Exploatarea acumulatoarelor cu plăci de plumb** . . . 89
2.1. Organizarea exploatării acumulatoarelor cu plăci de plumb 89
2.2. Aparate de măsurat 90
2.3. Echipamentul bateriei de acumulatoare 96
2.4. Încărcarea şi descărcarea acumulatoarelor cu plăci de plumb 97
2.4.1. Metode de încărcare 98
2.4.2. Valoarea curentului şi a tensiunii de încărcare . . 104
2.4.3. Polaritatea acumulatoarelor 107
2.4.4. Punerea în funcţiune a bateriei 108
2.4.5. Scheme de încărcare 110
2.4.6. Încărcarea şi descărcarea în timpul funcţiunii . . . 113
2.4.7. Efectuarea măsurărilor 116
2.4.8. Încărcarea şi descărcarea pentru tratarea stărilor anormale 119
2.4.9. Exemple de măsurări la încărcări şi descărcări controlate 124
2.5. Întreţinerea şi revizia acumulatoarelor cu plăci de plumb . 126

Cap. 3. **Deranjamentele bolile şi avariile acumulatoarelor cu plăci de plumb. Definirea lor** 132
3.1. Simptome care indică deranjamentele, bolile şi avariile acumulatoarelor cu plăci de plumb 132
3.1.1. Simptome în legătură cu electrolitul 133
3.1.2. Simptome în legătură cu tensiunea 135
3.1.3. Simptome în legătură cu capacitatea 136
3.1.4. Simptome în legătură cu curentul electric . . . 138
3.1.5. Simptome în legătură cu degajarea de gaze . . . 138
3.1.6. Simptome diverse 139
3.2. Identificarea şi eliminarea cazurilor complexe de funcţionare anormală a acumulatoarelor cu plăci de plumb 141
3.2.1. Inversarea polarităţii 142
3.2.2. Plumbuirea plăcilor negative 143
3.2.3. Scurtcircuitul 143
3.2.4. Sulfatările anormale 146
3.2.5. Defectele exterioare de izolaţie 148
3.2.6. Impurificarea electrolitului 151

Cap. 4. **Repararea acumulatoarelor cu plăci de plumb** 153
4.1. Utilaje, dispozitive şi unelte necesare pentru repararea acumulatoarelor cu plăci de plumb 153
4.2. Materiale ajutătoare 163

4.3. Repararea acumulatoarelor cu plăci de plumb 164
4.3.1. Demontarea pentru reparații. Schimbarea electrolitului 164
4.3.2. Reparații și înlocuiri 170
4.3.3. Montarea elementelor 177

Cap. 5. **Conservarea acumulatoarelor cu plăci de plumb** . . . 181

Cap. 6. **Patologie profesională. Protecția muncii** 188

PARTEA A DOUA

ACUMULATOARE ALCALINE

Cap. 7. **Funcționarea și construcția acumulatoarelor alcaline. Caracteristici electrice și domenii de utilizare** 191
7.1. Funcționarea și construcția acumulatoarelor alcaline . . 191
7.2. Caracteristicile electrice ale acumulatoarelor alcaline . . 198
7.3. Domenii de utilizare. Alegerea acumulatoarelor alcaline . . 204

Cap. 8. **Exploatarea acumulatoarelor alcaline** 211

8.1. Încărcarea și descărcarea acumulatoarelor alcaline . . . 211
8.2. Întreținerea și revizia acumulatoarelor alcaline 218
8.3. Deranjamentele și avariile acumulatoarelor alcaline . . . 220
8.4. Repararea și conservarea acumulatoarelor alcaline . . . 224
8.5. Protecția muncii 225

BIBLIOGRAFIE

Clondescu G. Acumulatoare electrice, Editura Energetică de Stat, București, 1955.

* * * Manualul electricianului industrial, vol. II, cap. I, Editura Tehnică, București, 1953.

Vasiliev A. A. Bateriile de acumulatoare ale sistemelor energetice, trad. din limba rusă, Editura Energetică de Stat, București, 1953.

Homiakov V. G., Mașovet V. P., Kuzmin L. Tehnologia industriilor electrochimice, trad. din limba rusă, Editura Tehnică, București, 1953.